



TUGAS AKHIR TF 141581

**REDUKSI BISING PADA MASJID AR-RIDLO SIDOARJO AKIBAT
AKTIVITAS PESAWAT TERBANG**

**PANDHU WIRASAMAWA YOGASARA
NRP. 2411 100 099**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Tutug Dhanardono, M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017**

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT TF 141581

**NOISE REDUCTION IN AR-RIDLO MOSQUE SIDOARJO DUE TO
ACTIVITY OF AN AIRCRAFT**

**PANDHU WIRASAMAWA YOGASARA
NRP. 2411 100 099**

**Supervisor
Ir. Tutug Dhanardono, M.T.**

**ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2017**


This page intentionally left blank

LEMBAR PENGESAHAN

**REDUKSI BISING PADA MASJID AR-RIDLO SIDOARJO
AKIBAT AKTIVITAS PESAWAT TERBANG**

TUGAS AKHIR

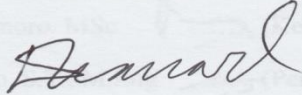
Oleh:


Pandhu Wirasamawa Yogasara
NRP 2411 100 099

Surabaya, Januari 2017

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing,


Ir. Tutug Dhanardono, M.T.
NIP. 19520613 198103 1 004

**Kepala Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS**




Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, PhD
NIP. 19780902 200312 1 002

Halaman ini sengaja dikosongkan

**REDUKSI BISING PADA MASJID AR-RIDLO AKIBAT
AKTIVITAS PESAWAT TERBANG**

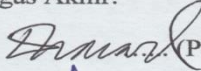




TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Akustik dan Fisika Bangunan
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Pandhu Wirasamawa Yogasara
NRP. 2411 100 099

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Tutug Dhanardono, MT  (Pembimbing)
2. Ir. Wiratno Argoasmoro, MSc  (Ketua Tim Penguji)
3. Dr. Dhany Arifianto, S.T., M.Eng  (Penguji)
4. Lizda Johar Mawarani, ST., MT  (Penguji)
5. Ir. Yerri Susatio, MT  (Penguji)

SURABAYA
Januari, 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

REDUKSI KEBISINGAN PADA MASJID AR-RIDLO SIDOARJO AKIBAT AKTIVITAS PESAWAT TERBANG

Nama Mahasiswa : Pandhu Wirasamawa Yogasara
NRP : 2411100099
Departemen : Teknik Fisika FTI – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Tutug Dhanardono, M.T

Abstrak

Semakin berkembangnya transportasi udara membuat minat masyarakat untuk naik pesawat terbang. Hal ini mendorong maskapai penerbangan dan otoritas bandar udara untuk berbenah mengikuti keinginan dan minat masyarakat. Peningkatan lalu lintas penerbangan memberikan dampak kebisingan akibat *flyover* pesawat terbang. Perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui kelayakan daerah tersebut. Masjid Ar-Ridlo Sedati, Sidoarjo di sebelah barat bandar udara Juanda, Sidoarjo menjadi objek penelitian dengan lokasi pengukuran. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan indikator pengukuran WECPNL berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara dan untuk perancangan ulang dengan mengganti material atap dan menambah ketebalan material dinding. Pengambilan data dilakukan selama 6 hari. Dari hasil pengamatan diketahui bahwa nilai WECPNL selama 6 hari nilai WECPNL tertinggi sebesar 94,89 WECPNdB pada hari ke-3. Faktor pembobot berpengaruh pada nilai WECPNL terutama pada jumlah *event* pada rentang pukul 19.00-22.00 dan dari hasil perancangan ulang didapatkan pengurangan nilai L_{p2} atap setelah perancangan sebesar 35,02 dB(A) dan pengurangan nilai L_{p2} dinding setelah perancangan sebesar 21,37 dB(A) dan pengurangan nilai L_{p2} secara keseluruhan sebesar 21,35 dB(A).

Kata kunci : kebisingan lingkungan, *flyover*, WECPNL, material

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT
NOISE REDUCTION IN AR-RIDLO MOSQUE SIDOARJO
DUE TO ACTIVITY OF AN AIRCRAFT

Name : Pandhu Wirasamawa Yogasara
NRP : 2411100099
Department : Engineering Physics FTI – ITS
Supervisor : Ir. Tutug Dhanardono, M.T

Abstract

The continued development of air transport to make the public interest to board the aircraft. Airline and airport authorities to clean up following the wishes and interests of the community. Binding of air traffic impact on the people living around airports is noise due to aircraft flyover. Need to be evaluated to determine the feasibility of the area. Ar-Ridlo Mosque Sedati, Sidoarjo in the west side of the airport Juanda, Sidoarjo the research object to the location of the measurement. Evaluation is done by using a measurement indicator WECPNL based on Government Regulation Number 40 of 2012 on the Development and Environmental Protection Airport and redesign with change roof material and add wall thickness. Data were collected for 6 days. It was observed the highest value for 94.89 WECPNL WECPNdB on the 3rd day. The weighting factors affect the value WECPNL mainly on the number of events in the range of 7 p.m. to 10 p.m o'clock. From the calculation results showed that the area was entered in zone III and Redesign results obtained that reduction Lp2 value from roof after redesign for 35,02 dB(A) and reduction Lp2 value from wall after redesign for 21,37 dB(A) and reductin Lp2 value overall for 21,37 dB(A).

Key words:environmental noise, flyover, WECPNL,material

This page intentionally left blank

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas karunia-Nya tugas akhir ini dapat terselesaikan dari awal sampai selesai yang berjudul **“REDUKSI BISING PADA MASJID AR-RIDLO SIDOARJO AKIBAT AKTIVITAS PESAWAT TERBANG”**.

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk mendapatkan gelar sarjanadalam Program Studi S-1 Teknik Fisika FTI-ITS. Untuk itu ucapan terima kasih diberikan kepada pihak-pihak yang membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ir. Tutug Dhanardono, M.T. selaku pembimbing Tugas Akhir
2. Bapak Ir. Wiratno Argo Asmoro, MSc selaku Kepala Laboratorium Vibrasi & Akustik.
3. Bapak dan Ibu yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
4. Bapak Agus Muhammad Hatta, S.T, MSi, PhD selaku Ketua Departemen Teknik Fisika.
5. Ibu Dr-Ing. Doty Dewi Risanti, S.T, M.T. selaku dosen wali.
6. Teman-teman asisten Laboratorium Vibrasi & Akustik yang membantu pengerjaan tugas akhir ini.
7. Seluruh teman-teman F46 yang selalu menyemangati dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Dan kepada semua pihak yang telah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Disadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran serta kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata mohon maaf atas setiap kesalahan yang dilakukan selama pelaksanaan sampai penyusunan laporan Tugas Akhir ini

Surabaya, Januari 2017

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Laporan.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Bunyi.....	5
2.2 Kebisingan	7
2.3 Skala Pembobotan A & C pada Tingkat Tekanan Bunyi.....	8
2.4 Dampak Kebisingan Pesawat Terbang	10
2.5 Sumber Kebisingan Pesawat Terbang	16
2.6 <i>Perceive Noisense</i>	17
2.7 Metriks Kebisingan Pesawat Terbang	20
2.8 Ambang Batas Kebisingan	21
2.9 Pengukuran Ambang Batas Kebisingan	23
2.10 Sifat Gelombang Bunyi pada Ruangan Tertutup	25
2.11 Sound Transmission Loss (Rugi Transmisi Bunyi)	26
2.12 Komposisi TL untuk Dinding Partisi.....	28
2.13 Koefisien Penyerapan Bahan.....	29
2.14 Reduksi Bising dari Dinding	30

BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Studi Literatur	34
3.2 Pengambilan dan Penghitungan Data Kebisingan	35
 BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	37
4.1 _ Analisa Data	37
4.2 _ Pembahasan	55
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skala tekanan bunyi dan tingkat tekanan bunyi.....	9
Gambar 2.2	Faktor pembobotan A dan C.....	10
Gambar 2.3	Hubungan tingkat kepuasan komunikasi dengan jarak komunikasi dan kebisingan katar.....	12
Gambar 2.4	Hubungan nilai DNL dengan persentasi ketergantungan masyarakat terhadap kebisingan.....	14
Gambar 2.5	Kontur <i>perceive noisiness</i>	19
Gambar 2.6	<i>Noise reduction</i>	30
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> pengerjaan tugas akhir.....	33
Gambar 3.2	Lokasi pengambilan data kebisingan di Masjid Ar-Ridlo, Sedati, Sidoarjo.....	35
Gambar 3.3	Skema pengambilan data kebisingan WECPNL dengan <i>approach measurement point</i>	36
Gambar 4.1	Data nilai dB(A) dengan WECPNL pada tiap hari pengambilan data.....	40
Gambar 4.2	Pengelompokan <i>event</i> berdasarkan waktu.....	41
Gambar 4.3	Grafik pembagian <i>event</i> berdasarkan waktu pada hari ke-5.....	42
Gambar 4.4	Grafik perbedaan Lp2 menggunakan beton dan gipsium.....	47
Gambar 4.5	Lp2 sebelum perancangan dan setelah perancangan.....	55

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Koefisien Serapan Bunyi.....	26
Tabel 2.2	Kerapatan Material	27
Tabel 4.1	Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan WECPNL	39
Tabel 4.2	Data TTB Pengukuran Tertinggi.....	43
Tabel 4.3	Konversi dB(A) ke dB	44
Tabel 4.4	$\tilde{\alpha}$ (Alfa Rata-Rata).....	44
Tabel 4.5	Nilai TL Atap Sebelum Perancangan	45
Tabel 4.6	Nilai TL Pengukuran Atap Setelah Perancangan	45
Tabel 4.7	Nilai TL Perhitungan Setelah Perancangan.....	46
Tabel 4.8	Nilai NR Perhitungan.....	46
Tabel 4.9	Lp2 Atap Setelah Perancangan	47
Tabel 4.10	TL Pengukuran Dinding Sebelum Perancangan.....	48
Tabel 4.11	Nilai TL & τ Kaca Kanan	49
Tabel 4.12	Nilai TL & τ Kaca Kiri	49
Tabel 4.13	Nilai TL & τ Kaca Depan	49
Tabel 4.14	Nilai TL & τ Tembok Barat	50
Tabel 4.15	Nilai TL & τ Tembok Timur	50
Tabel 4.16	Nilai TL & τ Tembok Utara	50
Tabel 4.17	Nilai TL & τ tembok selatan	51
Tabel 4.18	Nilai TL & τ Lantai.....	51
Tabel 4.19	Nilai TL & τ Pintu	51
Tabel 4.20	Nilai TL & τ Gypsum	52
Tabel 4.21	Nilai Perhitungan Dinding Sebelum Perancangan ..	52
Tabel 4.22	Penghitungan TL Dinding Setelah Perancangan	53
Tabel 4.23	Nilai Koefisien Transmisi Material yang Dirancang	53
Tabel 4.24	Lanjutan Nilai Koefisien Transmisi Material yang Dirancang.....	53
Tabel 4.25	Nilai Lp2 Dinding Sesudah Perancangan	54
Tabel 4.26	Nilai Lp2 Atap+Lp2 Dinding Setelah Perancangan	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi yang cepat salah satunya ditandai dengan berkembangnya aneka moda transportasi, salah satunya moda transportasi udara dalam hal ini pesawat. Dalam beberapa tahun belakangan ini, transportasi udara berkembang sangat cepat, hal ini ditandai dengan meningkatnya jumlah penumpang dari tahun ke tahun. Semakin baiknya infrastruktur bandara dan semakin banyak rute penerbangan dan juga semakin aman membuat masyarakat tertarik menggunakan pesawat terbang karena cepat juga makin terjangkau. Bandar Udara Internasional Juanda, Sidoarjo merupakan bandara terpadat kedua di Indonesia setelah bandara Soekarno-Hatta karena menghubungkan wilayah timur Indonesia dengan Jakarta. Selain itu penerbangan dengan rute Jakarta-Surabaya atau sebaliknya merupakan salah satu rute tersibuk di dunia. Pada tahun 2015 bandara Juanda merupakan bandara terpadat kedua di Indonesia dengan jumlah penumpang domestik sekitar 6,9 juta orang dan penumpang ke luar negeri mencapai 806 ribu orang. Sebagai konsekuensi meningkatnya jumlah penumpang tiap tahunnya, maka dibangunlah terminal 2 yang luasnya hampir 2 kali luas terminal lama untuk menampung jumlah penumpang yang semakin banyak. Karena animo masyarakat semakin besar, maka frekuensi penerbangan bertambah. Dalam satu hari frekuensi penerbangan menuju bandara Juanda bisa mencapai 160 penerbangan. Namun semakin banyak frekuensi penerbangan dari atau menuju bandara Juanda berimplikasi pada kenyamanan warga pemukiman di dekat bandara Juanda.

Masjid Ar-Ridlo, Sedati, Sidoarjo terletak di sebelah barat bandara Juanda, yang mana jarak antara daerah tersebut dengan landasan pacu sekitar 1,5 km. Biasanya hampir seluruh pesawat yang akan mendarat akan mendarat di sebelah barat landasan pacu sehingga jarak antara badan pesawat dan permukaan tanah

daerah pemukiman sekitar 100 meter. Terlebih lagi daerah ini selain ada pemukiman juga ada tempat ibadah dan pertokoan-pertokoan. Kebisingan di daerah ini tidak hanya bersumber dari pesawat terbang saja, namun juga bersumber dari kebisingan jalan raya, namun kebisingan pesawat terbang lebih terasa daripada kebisingan dari jalan raya.

Secara umum aturan ambang batas kebisingan diatur dalam Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan Lingkungan Pemukiman yang mana metode indikator evaluasi yang dipakai adalah tingkat kebisingan siang malam (L_{SM}). Hanya saja metode ini dianggap kurang efektif digunakan untuk mengukur kebisingan yang disebabkan oleh pesawat karena tingkat kebisingan siang malam (L_{SM}) mengevaluasi tingkat kebisingan secara umum saja sehingga kurang efektif jika digunakan sebagai indikator kebisingan daerah sekitar bandara. Oleh karena itu indikator kebisingan untuk lingkungan bandara diatur secara khusus. Indikator kebisingan lingkungan yang digunakan adalah WECPNL (*Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level*) yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara. Metode ini lebih efektif karena mengukur tingkat kebisingan pesawat saat melintas. Dalam SK Menhub No. 4 Tahun 2004 tentang batas-batas kawasan kebisingan di sekitar bandara Juanda dijelaskan batas-batas kebisingan kawasan sekitar bandara Juanda tetapi belum diketahui kelayakan daerah pemukiman di sebelah barat bandara Juanda dalam hal ini masjid Ar-Ridlo. Selain itu karena bangunan masjid sudah tidak mungkin digeser maka hal yang paling realistis dilakukan adalah menambah *barrier* pada bangunan masjid bisa dengan memasang alat khusus atau mengganti material-material bangunan tertentu dengan material yang bisa mereduksi kebisingan akibat *flyover* pesawat terbang.

Oleh karena itu perlu dilakukan analisa tentang kelayakan masjid Ar-Ridlo sebagai tempat ibadah dan analisis material bangunan masjid.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi dalam tugas akhir ini adalah :

- Bagaimana kelayakan daerah pemukiman dan tempat ibadah berdasarkan dalam Peraturan Pemerintah No. 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara?
- Berapa nilai kebisingan daerah sekitar bandara Juanda?
- Material apakah yang bisa digunakan sebagai *barrier* untuk mereduksi kebisingan ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah diperlukan untukantisipasi meluasnya masalah-masalah yang akan muncul dalam tugas akhir ini. Batasan-batasan masalah dalam tugas akhir ini diantaranya:

- Indikator evaluasi yang digunakan dalam evaluasi kebisingan ini adalah WECPNL dan *transmission loss*
- Lokasi pengambilan data untuk WECPNL dan *transmission loss* adalah di Masjid Ar-Ridlo di Jl.Raya Sedati Gede No. 59, Sedati, Kabupaten Sidoarjo
- Pengambilan data untuk WECPNL dilakukan selama 6 hari dan untuk data *transmission loss* dilakukan selama 2 hari
- Data yang diambil adalah data Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) dalam satuan dBA

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya tugas akhir ini ini adalah sebagai berikut:

- Mengevaluasi kelayakan Masjid Ar-Ridlo sebagai tempat ibadah berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 40 Tahun 2012.
- Mengukur tingkat kebisingan Masjid Ar-Ridlo
- Menentukan *barrier* yang tepat untuk mereduksi kebisingan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bunyi

Bunyi merupakan suatu fenomena yang terjadi karena gangguan mekanik yang merambat melalui medium. Medium itu bisa berupa zat cair, padat, dan gas. Jadi Bunyi bisa merambat melalui apa saja. Bunyi bisa menimbulkan respon atau reaksi pada indera pendengaran manusia atau hewan dalam hal ini telinga. Respon ini bisa diukur dengan menggunakan metode tertentu seperti gerakan getaran pada membran telinga. Tetapi tidak semua bunyi menimbulkan reaksi fisiologis pada hewan dan manusia karena hewan dan manusia memiliki penerimaan frekuensi pendengaran yang berbeda. Manusia mendengar bunyi saat gelombang bunyi, yaitu getaran di udara atau medium lain, sampai ke gendang telinga manusia. Batas frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia berkisar antara 20 Hz sampai 20 kHz pada amplitudo berbagai variasi dalam kurva responsnya. Suara di atas 20 kHz disebut ultrasonik dan di bawah 20 Hz disebut infrasonik.

Dari tinjauan psikologis bunyi adalah persepsi sensorik yang berawal dari peristiwa mental yang ditimbulkan oleh proses psikologis pada otak. Beberapa komponen pada sistem saraf berperan dalam proses ini. Dari analisa ditemukan bahwa pola gelombang bunyi disebut *gesalts* yang kemudian diberi label seperti bising, musik, dan lain-lain (Berglund & Lindvall, 1995)

Ukuran dan persepsi manusia terhadap bunyi dibagi menjadi 3, yaitu intensitas, durasi dan frekuensi. Karakter pertama intensitas yang merupakan energi akustik yang dikeluarkan dan disebut juga sebagai tekanan bunyi. Semakin besar tekanan bunyi,

semakin besar pula bunyi yang diterima oleh manusia. Kedua adalah durasi yang mana semakin lama durasi bunyi maka akan mempengaruhi persepsi bunyi yang diterima. Yang ketiga adalah frekuensi. Pada manusia, bunyi dari frekuensi rendah akan terdengar seperti bergemuruh bahkan samar-samar, sedangkan bunyi dari frekuensi tinggi akan terdengar mendengung atau melengking.

Tekanan bunyi yang diterima oleh manusia berkisar antara dari 2×10^{-5} Pa sampai 200 Pa. Satuan tingkat intensitas bunyi adalah desibel (dB) atau diebu juga Tingkat Tekanan Bunyi (TTB)/*Sound Pressure Level* (SPL) . Pengukuran tingkat tekanan bunyi (TTB) yang digunakan secara praktis, decibel, menggunakan skala logaritmis pada persamaan (2.1)

$$TTB = 20 \log_{10} \frac{p_1}{p_0} \quad (2.1)$$

Dimana p_0 merupakan tekanan referensi 2×10^{-5}

Untuk mengukur tingkat tekanan bunyi pada manusia maka digunakan satuan desibel A (dBA) yang mana sesuai dengan respn subyektif manusia.

Intensitas bunyi yang berasal dari suatu sumber bunyi yang tersebar secara *uniform* didapatkan dari output daya W dan jarak r dari sumber bunyi itu sendiri. Hubungan antara intensitas dengan daya dan jarak dinyatakan pada persamaan (2.2).

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} \quad (2.2)$$

Daya bunyi setara dengan intensitas dalam watts/m^2 dikali dengan luasan m^2 . Dalam skala logaritmis, daya ini dibandingkan dengan daya referensi, yaitu 10^{-12} W, seperti pada persamaan (2.3).

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} \quad (2.3)$$

Hubungan antara tingkat intensitas dengan tingkat tekanan bunyi dinyatakan pada persamaan (2.4).

$$TTB = L_w - 20 \log_{10} r - 11 \quad (2.4)$$

2.2 Kebisingan

Kebisingan adalah suatu bunyi yang tidak diinginkan yang berasal dari kegiatan atau usaha dalam tingkat atau waktu tertentu yang mana dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pendengaran manusia yang cukup serius jika cukup tinggi dan kenyamanan lingkungan(Menteri Lingkungan Hidup, 1996). Tingkat Kebisingan adalah tingkat energi kebisingan yang dinyatakan dalam satuan desibel atau dB. Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal kebisingan yang boleh dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan yang agar tidak mengganggu pendengaran manusia dan kenyamanan lingkungan di sekitar (Hassall, M.Sc. & Zaveri, M. Phil, 1979).

Menurut definisi diatas, apabila suara tersebut mengganggu orang yang sedang beraktivitas seperti membaca atau pun menonton tv, maka suara itu merupakan kebisingan bagi orang yang sedang beraktivitas seperti contoh diatas meskipun belum tentu merupakan kebisingan bagi sebagian orang. Walaupun hal-hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi psikis dan psikologis masing-masing orang, namun bila terlalu lama mendengar kebisingan akan berpengaruh pada fungsi tubuh manusia terutama fungsi pendengaran. Jika terkena kebisingan dalam intensitas tinggi dalam waktu yang cukup lama maka dikhawatirkan akan kehilangan fungsi pendengarannya.

Emisi kebisingan dibagi menjadi dua berdasarkan durasi nya yaitu bising seketika (*impule noise*) dan bising terus-menerus (*continus noise*). Bising seketika adalah bising yang terjadi seketika saja, contoh nya bunyi petir. Sedangkan bising terus-menerus adalah bising yang erjadi dalam waktu relatif lama conoh nya bunyi mesin (Timmy, 2000).

Menurut Miller, terdapat beberapa jenis kebisingan (Laboratorium Kebisingan dan Getaran PUSARPEDAL, 2011), yaitu :

- a) Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang lebar yang disebabkan oleh suara mesin
- b) Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit
- c) Kebisingan selang-seling yang disebabkan oleh kendaraan
- d) Kebisingan impuls disebabkan suara sumber yang dating tiba-tiba
- e) Kebisingan impuls berulang, yang dihasilkan oleh mesin tempa

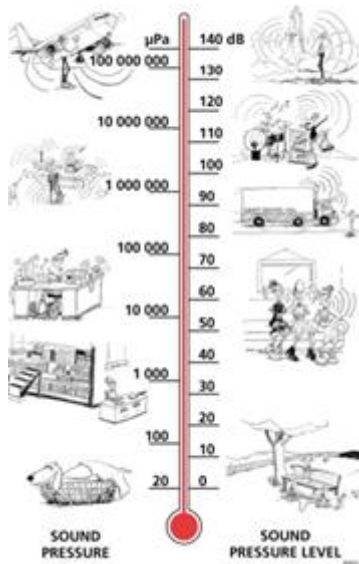
Untuk contoh kasus pesawat terbang bisa digolongkan sebagai kebisingan selang-seling karena kebisingan dari pesawat terbang hanya terjadi saat pesawat melintas, ketika pesawat sudah menjauh kebisingan pesawat seketika hilang.

2.3 Skala Pembobotan A & C pada Tingkat Tekanan Bunyi

Satuan Decibel (dB) digunakan sebagai satuan pengukuran tekanan suara. Dengan mengambil tekanan suara paling rendah yang dapat didengar oleh manusia sebagai tekanan referensi ($20\mu\text{PA}$), maka satuan yang menunjukkan pengukuran besaran suara bisa didapat, yaitu berdasarkan tingkat suara relatif terhadap tingkat suara rendah yang masih bisa diterima oleh pendengaran.

Dengan demikian bisa dikatakan bahwa 0 dB sama dengan tidak ada bunyi.

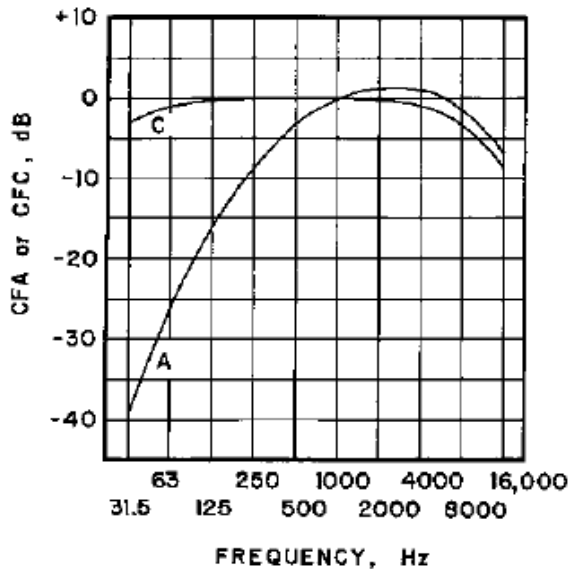
Daya suara berbanding lurus dengan kuadrat tekanan suara. Oleh karena itu diperlukan rasio kuadrat tingkatan suara yang terukur dengan kuadrat suara terendah ($0,00002^2$). Skala antara 0-140 dB (Hreinsson, 1993).



Gambar 2.1 Skala tekanan bunyi dan tingkat tekanan bunyi

Pembobotan Nilai A & C didasarkan pada kontur kekerasan pada TTB yang berbeda-beda (ISO 226, 2003). Pembobotan A digunakan untuk pengukuran *community noise*. Pembobotan A diperoleh dari kontur kekerasan 40 phon. Pembobotan C tepat

digunakan untuk menilai tingkat kebisingan yang tinggi (Schultz, 1982) . Berikut kontur skala pembobotan A & C



Gambar 0.2 Faktor pembobotan pada pembobotan A dan C (Baron, 2001)

2.4 Dampak Kebisingan Pesawat Terbang

Dari tahun ke tahun jumlah frekuensi penerbangan semakin lama semakin besar seiring dengan semakin besar nya permintaan masyarakat, dengan banyak nya antusiasme masyarakat menggunakan jasa transportasi pesawat terbang maka maskapai-maskapai penerbangan dan otoritas bandara pun akan berbenah mengikuti tuntutan konsumen dalam hal ini masyarakat. Namun di saat bersamaan semakin banyaknya penerbangan memberikan

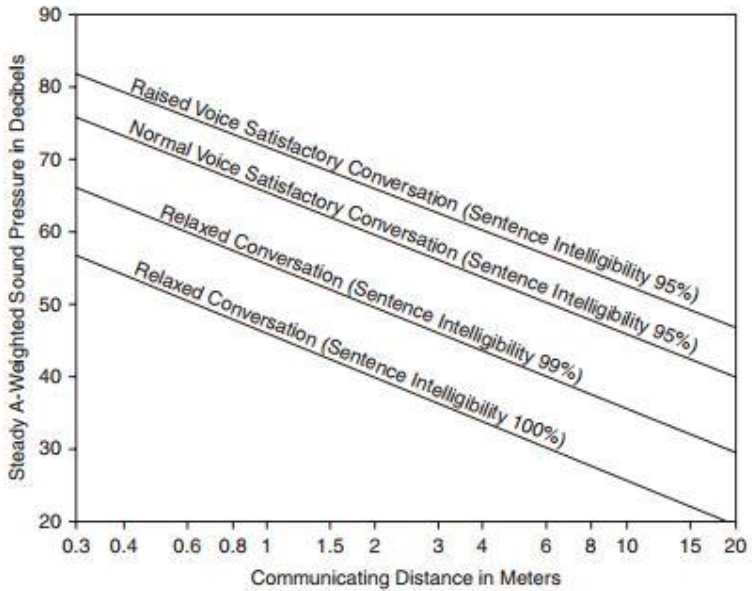
dampak yang cukup serius bagi masyarakat yang tinggal di sekitar bandara.

Dampak Kebisingan pesawat terbang tergantung pada beberapa hal, seperti besar kecil nya kebisingan, durasi kebisingan, jalur penerbangan yang digunakan, jarak antara perumahan dan landasan pacu, jenis pesawat yang dioperasikan, jenis operasi pesawat terbang, dan intenitas pesawat melintas di atas pemukiman warga.

Dampak Kebisingan pada masyarakat dibagi menjadi 2 faktor, yaitu faktor manusia dan faktor kesehatan. Dampak sikap manusia berkaitan dengan pengaruh pada aktivitas seperti kejengkelan, gangguan komunikasi, gangguan tidur. Sedangkan dampak keehatan berkaitan dengan gangguan pada fungsi organ seperti gangguan pendengaran pada telinga dan bisa juga dampak nonauditory seperti timbulnya penyakit kardiovaskular dan hipertensi (Primananda, 2012).

2.4.1 Gangguan komunikasi

Dampak dari kebisingan pesawat terbang salah satu nya adalah gangguan komunikasi karena ada bunyi yang lebih besar. Komunikasi atau percakapan menjadi lebih sulit karena selalu di interupi oleh bunyi pesawat terbang yang tingkat tekanan bunyi nya jauh lebih besar daripada suara percakapan itu sendiri. Tingkat bunyi pada saat percakapan akan menurun ketika jarak antara pendengar dan pembicara semakin jauh dan juga tingkat bunyi pada saat percakapan akan menurun ketika ada *background noise* yang berasal dari pesawat terbang. Hubungan antara jarak komunikasi antara pembicara dan pendengar dan tingkat kebisingan skala A (dB(A) dengan tingkat kepuasan komunikasi bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Hubungan tingkat kepuasan komunikasi dengan jarak komunikasi dan kebisingan latar belakang
(Horonjeff, et.al, 2010)

Dari penjelasan di gambar, kepuasan komunikasi tidak harus mendengarkan setiap kata per kata, 95 persen kejelasan suara sudah dapat diterima dalam kebanyakan percakapan. Ini karena sedikit kata yang tidak terdengar masih dapat dimengerti. Namun ketika dalam percakapan yang santai orang akan berusaha untuk mendengar setiap kata per kata yang keluar dari mulut pembicara.

Karena itu kebisingan pesawat terbang merupakan hal yang sangat mengganggu penduduk di sekitar bandara karena sangat mengganggu komunikasi antar penduduk karena bunyi yang

dihasilkan oleh pesawat terbang lebih besar dari bunyi pecakapan manusia dan frekuensi penerbangan setiap hari cukup tinggi.

2.4.2 Gangguan ketika tidur

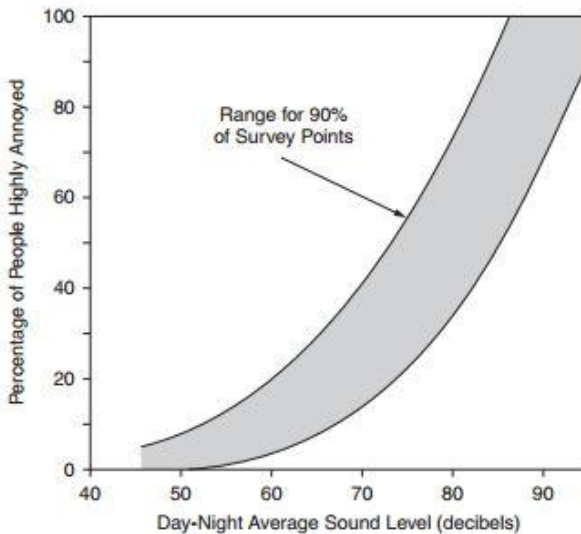
Dampak kebisingan pada manusia tidak hanya pada gangguan komunikasi, namun juga mengganggu istirahat dan tidur manusia. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa semakin meningkatnya tingkat kebisingan yang terpapar mengakibatkan kemungkinan seseorang sulit tidur semakin besar. Gangguan semacam ini biasanya di alami oleh penduduk di sekitar bandara.

Lukas (1978) menyimpulkan beberapa point mengenai respon manusia ketika tidur terhadap kebisingan sebagai berikut :

- Anak-anak usia 5 sampai 8 tahun cenderung tidak terpengaruh oleh kebisingan ketika tidur.
- Semakin tua manusia maka semakin sensitif terhadap gangguan tidur
- Wanita cenderung lebih sensitif terhadap gangguan kebisingan dibandingkan pria.
- Terdapat variasi yang luas terkait dengan sensitivitas individu terhadap kejadian bising pada sekelompok orang dengan umur yang sama.

2.4.3 Gangguan pada kelompok masyarakat

Respon manusia terhadap kebisingan rata-rata selama 24 jam sangat beragam. Sejumlah respon dari masyarakat terhadap faktor seperti gangguan komunikasi dan tidur telah dapat diprediksi dan ini berhubungan dengan pengukuran paparan kebisingan secara kumulatif seperti DNL (*Day Night Level*) seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4 Hubungan nilai DNL dengan persentasi ketergantungan masyarakat terhadap kebisingan
(Horonjeff, et.al, 2010)

Gambar diatas menunjukkan hubungan antara tingkat kebisingan *day-night* dengan masyarakat yang sangat terganggu dengan kebisingan tanpa melihat kebisingan itu berasal. Dari gambar tersebut dapat dilihat masyarakat yang terganggu dengan kebisingan dibawah 55 dB hanya dibawah 5 % namun semakin tinggi nilai DNL nya, persentase masyarakat yang sangat terganggu semakin besar

2.4.4 Ketulian

Selama penelitian selama ratusan tahun diketahui bahwa paparan bunyi yang keras secara berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya fungsi pendengaran pada manusia. Pada saat

terpapar kebisingan secara berlebihan, manusia akan mengalami ketulian sementara(*noise-induced temporary threshold shifts*) yang mana jika terpapar terus-menerus akan menyebabkan ketulian secara permanen. *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mengeluarkan peraturan tentang identifikasi maksimum bunyi skala A (dB(A)) yang diizinkan boleh terpapar terhadap penduduk adalah sebesar 90 dB(A) untuk waktu paparan selama 8 jam.

2.4.5 Dampak kesehatan *nonauditory*

Jika selama ini masyarakat umum mengetahui kebisingan berdampak buruk terhadap kesehatan pendengaran. Ternyata paparan kebisingan juga mempunyai dampak buruk terhadap kesehatan selain pendengaran.

Penelitian tentang efek fisiologis kebisingan pesawat terbang terhadap respon sistem syaraf menemukan bahwa kebisingan pesawat memicu respon sistem syaraf yang mana mengakibatkan timbul nya stres secara emosional. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa paparan kebisingan pesawat dalam waktu yang lama bisa menimbulkan terjadinya stres kronik dan terjadinya stres kronik akibat kebisingan bisa memicu munculnya hipertensi. (Black, et.al, 2007).

Berdasarkan beberapa penelitian disebutkan bahwa kebisingan bisa mengganggu tekanan darah manusia. Jika seseorang terpapar kebisingan secara tiba-tiba akan berakibat aktif nya sistem otonom dan hormonal meningkatkan tekanan darah, meningkatkan detak jantung, dan menimbulkan *vasoconstriction*. (German and Stanfield, 2000).

2.5 Sumber Kebisingan Pesawat Terbang

Pada masa kini mesin pesawat terdiri turboprop dan mesin jet. Mesin jet pun terbagi menjadi 2, yaitu mesin turbojet pada generasi awal dan mesin turbofan pada generasi sekarang. Pada mesin turboprop sumber kebisingan berasal dari putaran baling-baling mesin yang digunakan sebagai pendorong. Sebagian energi yang dihasilkan oleh turbin pesawat ditransfer dalam bentuk energi mekanik untuk memutar poros yang terhubung pada suatu roda gigi, untuk memutar poros propeller tersebut. Pada mesin turbojet sumber kebisingan berasal dari semburan gas buang, turbin dan kompresor nya. Pada mesin ini udara masuk dihisap dan dimampatkan oleh kompresor, dicampurkan dengan bahan bakar, lalu dibakar dan menghasilkan gas buang yang dihasilkan oleh turbin dengan kecepatan tinggi untuk mendorong pesawat maju. Kebisingan terbesar berasal dari semburan gas buang yang panas dan berkecepatan tinggi yang bergesekan dan teraduk dengan udara luar yang lebih dingin dan bergerak lebih lambat. Semakin tinggi laju semburan gas buang, semakin keras kebisingan yang dihasilkan (Timmy, 2000).

Semakin besar pesawat, maka makin kuat mesin jet untuk mendorong pesawat bergerak maju yang berarti semakin bising pula. Salah satu usaha untuk meredam bising adalah memodifikasi saluran-saluran keluaran gas buang sehingga suara yang dihasilkan campuran gas buang dengan udara luar menjadi lebih halus, namun ternyata hal ini menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat sehingga mesin jet menjadi lebih boros.

Generasi mesin jet selanjutnya adalah mesin turbofan yang mana kipas (*fan*) dipasang tepat di muka mesin. Pada mesin jet ini tidak semua udara terhisap oleh kompresor dan dibakar. Sebagian udara ditiup kipas mesin ke sisi luar mesin jet (*airflow bypass*). *Fan efflux* yang lebih lambat dan dingin ini menyelimuti dan

bercampur dengan *jet-efflux* yang cepat dan panas. Proses ini mendahului proses pencampuran akhir dengan udara luar, sehingga bising semburan gas buang yang dihasilkan jauh lebih kecil. Pada mesin ini kebisingan berasal dari bunyi kipas dan bunyi turbin. Mesin turbofan sendiri dibagi menjadi dua, yaitu LBPR (*Low By-Pass Ratio Engine*), sedangkan generasi berikutnya dikenal dengan nama HBPR (*High By-Pass Ratio Engine*). Perbedaan utamanya ada pada diameter kipas. HBPR menggunakan kipas dengan diameter yang lebih besar untuk menghasilkan semburan gas yang lebih lambat tetapi dengan volume yang besar sehingga gaya dorong sama dengan mesin turbojet tetapi kebisingan gas buang lebih kecil.

2.6 Perceive Noisiness

Perceive noisiness merupakan nama dari sebuah kuantitas psikologi, dimana kuantitas ini dapat memprediksi tingkat keefektifannya dengan PNdB. PNdB satuan pengukuran dari *Perceived Noise Level* yang ditemukan dan dikembangkan oleh K.D Kryter.

PNL dari suara adalah satuan fisik dari suara referensi pada spektrum tertentu dan memiliki karakter temporal yang setara dengan suara yang diberikan dan dinilai sama-sama berisik. PNL yang diberikan suara juga dapat diperkirakan dengan mengubah ukuran fisik yang diberikan suara ke dalam apa yang akan menjadi nilai ukuran fisik suara acuan yang akan dinilai sama-sama berisik, asalkan suara yang diberikan dan suara referensi memiliki karakter temporal yang sama (Kryter, 1972).

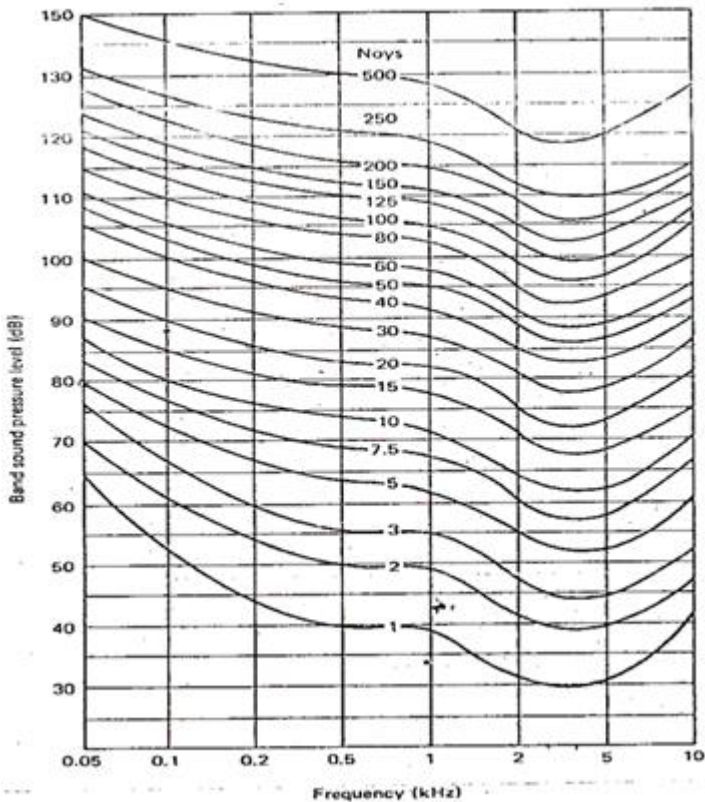
TTB yang dihasilkan oleh bunyi terdiri dari berbagai macam frekuensi yang berbeda. Tiap-tiap frekuensi direspon berbeda pada telinga manusia dengan tingkat gangguan tertinggi pada

frekuensi 4000 Hz. *Perceived noise* dapat diketahui dan dinyatakan pada persamaan (2.4):

$$PN = N_m(1 - K) + K \sum_{i=1}^n N_i \quad (2.4)$$

Keterangan :

- \sqrt{PN} : *Perceived noise* (kebisingan yang dirasakan)
- N_m : Bising yang dirasakan maksimal pada rekuensi yang diukur
- K : Nilai gangguan pada masing-masing frekuensi
- N_i : Faktor pembebanan untuk jenis pita oktaf yang digunakan



Gambar 2.5 Kontur *perceive noisiness*

Nilai K adalah 0,15 untuk 1/3 oktaf. Pada pita 1 dan 1/2 masing-masing 0,3 dan 0,12. Nilai Nm didapatkan dari grafik kontur *perceived noisiness* ditunjukkan oleh Gambar 2.4

Sehingga dari nilai PN dapat diketahui nilai PNL yang didapatkan pada persamaan (2.5):

$$PNL = (33.3 \log PN) + 40 \quad (2.5)$$

2.7 Metriks Kebisingan Pesawat Terbang

Dalam mengukur dan mengevaluasi tingkat kebisingan terdapat beberapa indikator-indikator yang berbeda. Indikator yang digunakan tergantung dari metriks kebisingan yang akan diukur dan dievaluasi. Seperti contohnya untuk kebisingan lingkungan umum digunakan metrik kebisingan siang malam dan sejenisnya, sedangkan untuk kebisingan jalan raya digunakan metrik *Traffic Noise Index* (TNI). Sedangkan kebisingan pesawat terbang tentu tidak bisa menggunakan metrik kebisingan umum karena memiliki metriks khusus yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi kebisingan pesawat terbang. Metriks kebisingan pesawat terbang sendiri antara lain *Weighted Effective Continous Perceive Noise Level* (WECPNL), *Effective Perceive Noise Level* (EPNL), *Noise Number Index* (NNI), dan *Noise Exposure Forecast* (NEF). Dalam tugas akhir ini metrik yang digunakan adalah WECPNL sebagai evaluasi kebisingan lingkungan sekitar bandara.

a. *Effective perceive noise level*

EPNL adalah metriks yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi tingkat kebisingan yang berasal dari pesawat terbang. EPNL sendiri diketahui telah mendapatkan nilai PNL yang dikembangkan dari rating tingkat gangguan akibat kebisingan yang dihubungkan dengan kontur kebisingan yang disebut *noys*. Pengembangan nilai PNL ini berupa koreksi nada dan koreksi durasi yang merupakan faktor penting dalam mendeskripsikan gangguan yang disebabkan oleh kebisingan pesawat terbang.

b. *Weighted effective continuous perceive noise level*

WECPNL adalah metrik kebisingan yang diukur dengan menggunakan TTB tertinggi pada saat *flyover* di tempat yang terkena paparan kebisingan pesawat tiap jam dalam sehari. WECPNL sendiri adalah penyederhanaan dari EPB dimana terdapat faktor koreksi waktu *event* dan koreksi musim (temperatur (Kim, Kim, Kim, & Lee, 2010).

c. *Noise number index*

NNI merupakan metrik yang digunakan untuk melihat paparan kebisingan. Metode ini dikembangkan di Inggris untuk melihat reaksi masyarakat terhadap kebisingan pesawat terbang di bandara Heathrow, London. Dasar dari NNI ini adalah PNL. NNI merepresentasikan komposit dari rata-rata tingkat kebisingan event dengan jumlah pesawat yang lewat (07.00-19.00). Pada metrik ini tidak terdapat penalti untuk event malam hari (Jones & Cadoux, 2009).

d. *Noise exposure forecast*

NEF merupakan pengukuran paparan kebisingan dengan PNL sebagai nilai awal seperti NNI. NEF sendiri digunakan untuk memprediksi kebisingan pesawat terbang di tempat atau lokasi yang dipakai untuk pengembangan bandara. Hampir sama dengan NNI, namun untuk event dengan nilai diatas nilai EPNL tertentu tetap dimasukkan dalam proses perhitungan (Jones & Cadoux, 2009).

2.8 Ambang Batas Kebisingan Pesawat Terbang

Secara umum ambang batas kebisingan telah diatur dalam Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 (Kep-48/MENLH/11/1996). Dalam SK Menteri Lingkungan

Hidup Nomor 48 Tahun 1996 telah ditetapkan ambang batas kebisingan di beberapa tempat dan terlampir secara rinci. Pada tabel baku mutu tingkat kebisingan ditetapkan bahwa ambang batas kebisingan kawasan perumahan sebesar 55 dBA. Nilai ini didapatkan dari metode berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan. Metriks kebisingan yang digunakan untuk pengukuran dan evaluasi kebisingan adalah pengukuran tingkat kebisingan siang malam yang mana mengevaluasi kebisingan secara umum. Hanya saja metode ini kurang efektif digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi tingkat kebisingan daerah sekitar bandara karena metode mengukur tingkat kebisingan secara umum sehingga akan bercampur antara kebisingan pesawat terbang dan kebisingan umum dan latar belakangnya cenderung datar. Sedangkan kebisingan pesawat terbang cenderung spontan dan tingkat tekanan bunyinya pun juga tinggi. Karena itu metode tingkat kebisingan siang malam tidak bisa digunakan dalam kasus ini. Untuk evaluasi kebisingan lingkungan sekitar bandara mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandara. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012 metode evaluasi kebisingan yang digunakan adalah WECPNL. Dalam peraturan ini kawasan kebisingan akibat aktivitas bandara dibagi menjadi 3 wilayah, diantaranya:

a. Kawasan Kebisingan Tingkat I

Kawasan kebisingan tingkat I merupakan suatu kawasan yang dimanfaatkan untuk semua jenis pembangunan gedung maupun pengadaan kegiatan, kecuali untuk gedung sekolah dan rumah sakit. Kawasan kebisingan tingkat I memiliki batas kebisingan $70 \leq WECPNL < 75$

b. Kawasan Kebisingan Tingkat II

Kawasan kebisingan tingkat II merupakan suatu kawasan yang dimanfaatkan untuk semua jenis pembangunan gedung

maupun pengadaan kegiatan, kecuali untuk gedung sekolah, rumah tinggal, dan rumah sakit. Kawasan kebisingan tingkat II memiliki batas kebisingan $75 \leq WECPNL < 80$

c. Kawasan Kebisingan Tingkat III

Kawasan kebisingan tingkat III merupakan suatu kawasan yang dimanfaatkan untuk pembangunan bandar udara dan berbagai dan dilengkapi dengan insulasi suara. Kawasan kebisingan tingkat III memiliki batas kebisingan $80 \leq WECPNL$ (PP-40/2012).

2.9 Pengukuran Ambang Batas Kebisingan

Pengukuran WECPNL dilakukan di Masjid Ar-Ridlo Sedati, Sidoarjo yang mana berjarak 1,5 kilometer dari arah barat landasan pacu bandara Juanda. Pengukuran ini dilakukan pada saat pesawat melintas di pemukiman dan masjid. Pesawat terbang melintasi dengan ketinggian sekitar 120 meter dari permukaan tanah dan akan mendarat. Pengukuran dilakukan di daerah semi terbuka yang mana berada di teras masjid. Pengukuran ini menggunakan skala pembobotan desibel A {dB(A)}.

Kondisi pengukuran harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- Tidak terjadi hujan
- Suhu udara adalah antara -10°C dan 35°C
- Kelembapan relatif adalah antara 20% dan 95%
- Tidak terjadi kondisi anomali yang dapat mempengaruhi pengukuran tingkat kebisingan

Dalam pengukuran dan evaluasi tingkat kebisingan lingkungan sekitar bandara mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 40 tahun 2012 dan Surat Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 40 Tahun 2012 Tentang Batas-Batas Kebisingan Di Sekitar Bandara Juanda yang mana metode yang digunakan adalah WECPNL. Untuk menghitung WECPNL digunakan persamaan dibawah ini:

$$WECPNL = dB(A) + 10 \log N - 27 \quad (2.6)$$

Dimana nilai $dB(A)$ dan N dicari dengan persamaan (2.7) dan (2.8).

$$dB(A) = 10 \log \left(\left(\frac{1}{n} \right) \cdot \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (2.7)$$

$$N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4) \quad (2.8)$$

Keterangan :

- | | |
|---------|---|
| WECPNL | Indikator kebisingan pesawat udara yang direkomendasikan oleh ICAO |
| $dB(A)$ | <ul style="list-style-type: none"> : Nilai desibel rata-rata dari tingkat tekanan bunyi maksimum yang diakibatkan oleh pesawat terbang dalam 1 hari : Tingkat tekanan bunyi maksimum yang dicapai oleh 1 <i>event</i> pesawat terbang yang lewat : Jumlah <i>event</i> pesawat terbang dalam kurun waktu 1 hari (24 jam) : Jumlah <i>event</i> pesawat terbang yang lewat dalam kurun waktu 1 hari (24 jam) yang telah diberi pembobotan sesuai dengan waktu terjadinya (pagi, petang, dan malam) : Jumlah <i>event</i> pesawat terbang yang lewat dalam kurun waktu 00.00-07.00 : Jumlah <i>event</i> pesawat terbang yang lewat dalam kurun waktu 07.00-19.00 |
| N_3 | <ul style="list-style-type: none"> : Jumlah <i>event</i> pesawat terbang yang lewat dalam kurun waktu 19.00-22.00 : Jumlah <i>event</i> pesawat terbang yang lewat dalam kurun waktu 22.00-00.00 |

2.10 Sifat Gelombang Bunyi pada Ruangan Tertutup

Bilamana sumber bunyi memancarkan bunyi dalam ruangan tertutup, maka gelombang bunyi akan merambat lurus, sampai membentur suatu permukaan/benda.

a. Bunyi pantul

Pemantulan dan transmisi gelombang terjadi karena perambatan pada medium yang berbeda. Pemantulan energi selain mengakibatkan perubahan besar energi gelombang juga merubah arah rambat gelombang.

b. Bunyi yang diserap

Bunyi yang tidak terpantulkan akan diserap oleh permukaan bahan atau benda. Bunyi yang diserap oleh permukaan bahan akan dikonversi menjadi energi panas.

Dalam kehidupan sehari – hari diketahui bahwa ada material yang banyak menyerap bunyi seperti karpet, kain dll, namun ada juga yang hanya sedikit menyerap bunyi seperti kaca, tembok beton dll. Berikut ini adalah tabel nilai koefisien serapan bunyi tiap material.

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Serapan Bunyi (Truesdale, 2013)

Material				α		
	125	250	500	1000	2000	4000
Bata dicat	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Kayu padat	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04
Lantai	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Meja	0,20	0,28	0,31	0,37	0,41	0,42
Kursi	0,23	0,26	0,30	0,32	0,42	0,30
Gypsum	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Ventilasi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kaca	0,35	0,25	0,99	0,12	0,07	0,04
Beton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02

2.11 Sound Transmission Loss (Rugi Transmisi Bunyi)

Rugi transmisi adalah besaran inklusi pada suatu partisi, yang mana semakin besar maka semakin besar nilai kerugian nya maka semakin besar kemampuan bahan untuk menyerap suara yang datang dari luar atau dalam (Rachmawati, 2013).

Dari definisi di atas dapat diperoleh perumusan sebagai berikut :

$$TL = 10 \text{ Log } (W_{\alpha} / W_2) \text{dB} \quad (2.9)$$

Dimana

TL = Rugi Transmisi atau *Transmission Loss* (dB)

W_{α} = Daya akustik yang datang dari sumber (W)

W_2 = Daya akustik yang ditransmisikan dinding (W)

Sehingga koefisiensi transmisi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\tau = P_2 \text{ transmitted} / P_2 \text{ incidence} \quad (2.11)$$

Atau

$$\tau = (W_2 / W_\alpha) \quad (2.12)$$

Maka rugi transmisi menjadi

$$TL = 10 \text{ Log } (1/ \tau) \quad (2.13)$$

Rugi transmisi juga dipengaruhi oleh adanya frekuensi. Untuk frekuensi yang rendah, TL di pengaruhi oleh ketebalan dari dinding sedangkan untuk frekuensi yang semakin besar, TL di pengaruhi oleh massa dari dinding. Tabel 2.2 merupakan tabel dari kerapatan material.

Tabel 2.2 Kerapatan Material

Material	Surface Density	
	Lb/ft ² (in of thickness)	Kg/m ² (cm of thickness)
<i>Brick</i>	10	19-23
<i>Cinder concrete</i>	8	15
<i>Dense concrete</i>	12	23
<i>Wood</i>	4	8
<i>Common glass</i>	15	29
<i>Lead sheets</i>	65	125
<i>Gypsum</i>	5	10

Berikut ini persamaan (2.14) yang digunakan untuk menghitung TL yang berhubungan dengan frekuensi :

$$TL = (20 \log f) + (20 \log W) - C \quad (2.14)$$

Dimana :

f = Frekuensi (Hz)

W = Massa jenis ($\text{kg/m}^2/\text{cm}$)

C = Koefisien ($47 \text{ kg/m}^2/\text{cm}$)

2.12 Komposisi TL Untuk Dinding Partisi

Biasanya partisi tidak terdiri dari satu bahan saja, namun kebanyakan terdiri dari dua bahan. Reduksi bising dari partisi tergantung pada energi yang tertransmisi, dapat digambarkan sebagai berikut:

$$TL = 10 \log (1/\tau) \quad (2.15)$$

Dimana :

TL = *Transmission loss* (dB)

τ = Rata – rata koefisien transmisi

Untuk menghitung insulasi bunyi pada partisi yang terdiri lebih dari satu bahan, maka perlu dicari koefisien per bahan, sehingga koefisien absorpsi transmisi rata-rata dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \\ &= \sum_i^n \left(\frac{\tau_i S_i}{S_i} \right) \end{aligned} \quad (2.16)$$

Dimana :

τ = Koefisien transmisi

S = Area setiap bahan

2.13 Koefisien Penyerapan Bahan

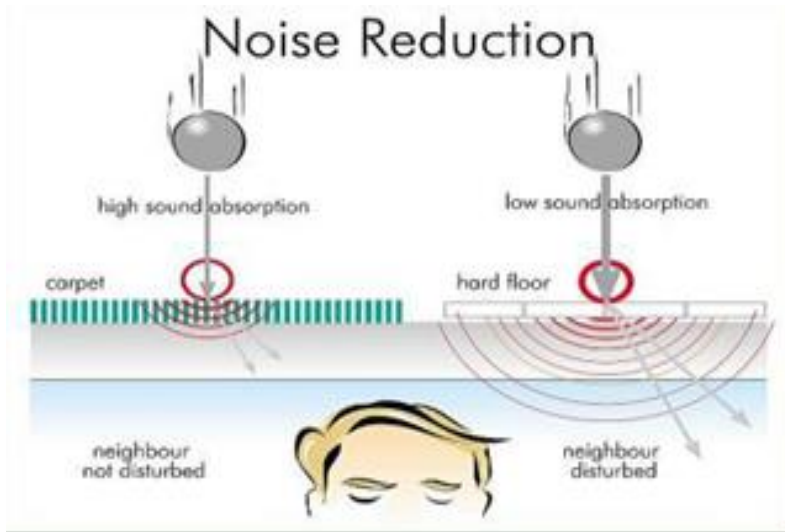
Material dan lapisan-lapisan yang biasa digunakan dalam pembangunan gedung atau ruangan umum nya bisa memantulkan dan menyerap bunyi sampai pada batas derajat tertentu. Bunyi yang menumbuk pada permukaan akan diserap dan di ubah menjadi energi panas dan menyebar ke berbagai sisi lapisan, kecuali jika terpasang penghalang yang mampu mereduksi bunyi.

Penyerapan bunyi oleh bahan atau lapisan bangunan merupakan faktor penting dalam perancangan ruangan karena baik buruknya akustik ruangan tergantung pada kemampuan bahan atau materia tersebut dalam menyerap dan memantulkan bunyi sehingga memudahkan perancangan akustik ruangan. Koefisien absorpsi suara suatu bahan dinyatakan sebagai perbandingan antara energi bunyi yang diserap dan yang datang.

Beberapa koefisien absorpsi suatu bahan ditentukan oleh beberapa kriteria :

- a) Besar kecil nya koefisien bangunan tergantung dari besar frekuensi suara.
- b) Suatu bahan dari jenis, ketebalan atau kerapen yang sama akan menghasilkan nilai α yang berbeda jika diletakkan atau instalasi pada bahan yang lain yang berbeda karakteristiknya.
- c) Nilai α suatu bahan atau lapisan permukaan tergantung pada kerapatan dan ketebalan bahan atau lapisan permukaan
- d) Nilai α akan berubah jika diberi material tambahan seperti contoh bata dicat
- e) Nilai α bahan atau lapisan akan berubah jika dipasang rongga udara.

2.14 Reduksi Bising Dari Dinding



Gambar 2.6 *Noise reduction* (lisence.gut-ev)

Transmission Loss ditentukan dari sifat-sifat bahan yang ada pada partisi-partisi. Reduksi bising (*Noise reduction*) merupakan istilah yang lebih umum daripada TL untuk menyatakan insulasi bunyi antar ruangan karena memperhitungkan jejak transmisi antara ruangan sumber dan ruangan penerima. NR dapat dirumuskan pada persamaan (2.17) dan (2.18):

$$NR : L_{p1} - L_{p2} \quad (2.17)$$

$$NR: TL - 10 \log [(1/4) + (S/R_2)] \quad (2.18)$$

Dimana:

NR = *Noise reduction* (dB)

TL = *Transmission loss* (dB)

- S = Luas dinding (m^2)
 R_2 = Konstanta ruang penerima (m^2)
 L_{p1} = TTB di ruang sumber (dB)
 L_{p2} = TTB di ruang penerima (dB)

Untuk mencari nilai R_2 dapat digunakan persamaan (2.19) :

$$R_2 = \frac{S\tilde{\alpha}}{1-\tilde{\alpha}} \quad (2.19)$$

Dengan :

- S = Luas total permukaan yang ada dirungan penerima
 α = koefisien absorpsi rata-rata

Untuk mencari nilai α maka digunakan persamaan (2.20) dibawah ini:

$$\tilde{\alpha} = \frac{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (2.20)$$

Dimana :

- α = koefisien absorpsi dari bahan
 S_1 = Luas permukaan bahan.

Untuk mendapatkan nilai TL secara keseluruhan dari TL tiap frekuensi maka digunakan persamaan (2.21) dibawah :

$$TL \text{ over all} = 10 \log \left(10^{\frac{TL_1}{10}} + 10^{\frac{TL_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{TL_n}{10}} \right) \quad (2.21)$$

Nilai NR bisa lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai TL tergantung dari hubungan antara luas partisi dan penyerapan bunyi di dalam ruang penerima. Transmisi bunyi bisa bertambah jika luas partisi bertambah, sebaliknya transmisi bunyi berkurang jika

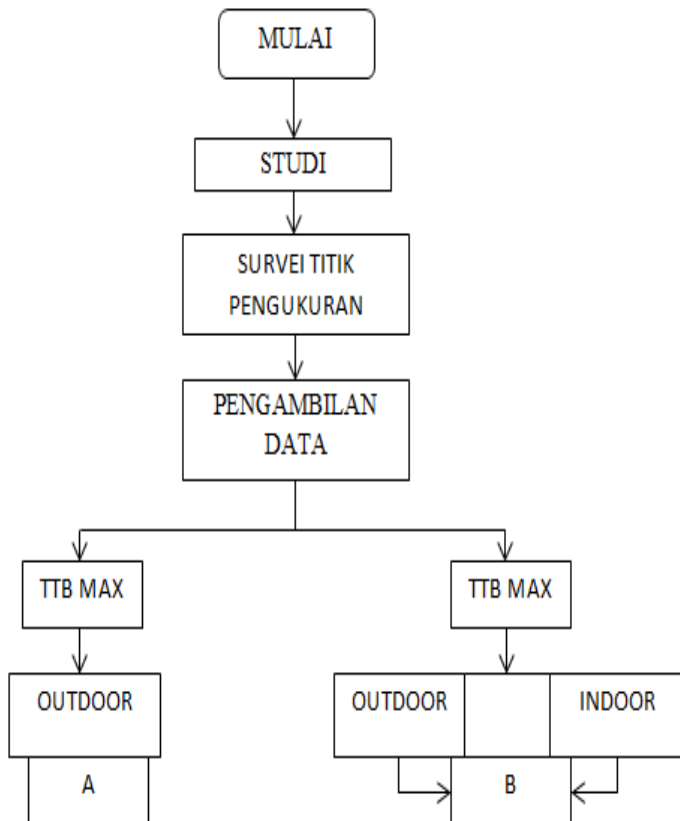
penyerapan bunyi di dalam ruang penerima bertambah. Tinggi rendah nya NR terhadap TL tergantung pada hubungan antara luas partisi dan penyerapan bunyi di dalam ruang penerima. Bila insulasi berada pada ruang non reverberant, NR akan melampaui TL sekitar 6 dB, maka didapatkan persamaan (2.22) dibawah ini:

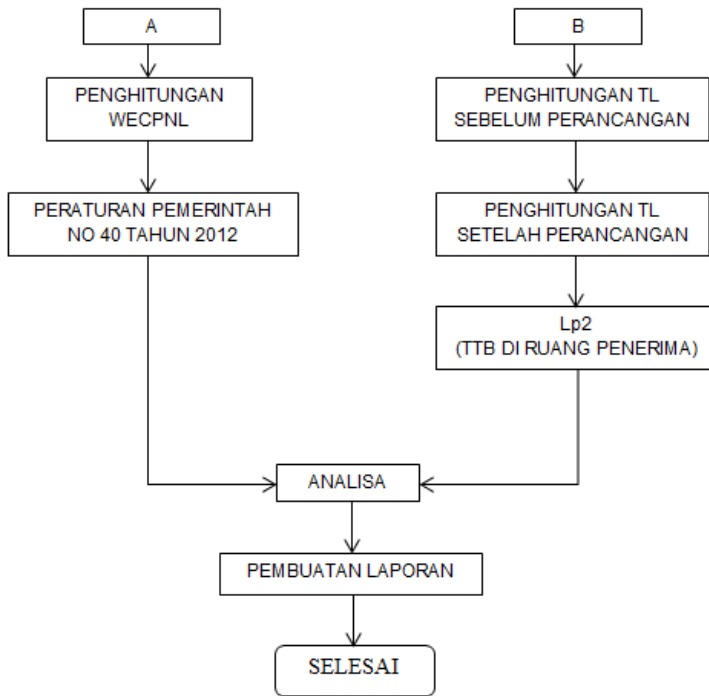
$$NR = TL + 6 \quad (2.22)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 3.1 ini merupakan *flowchart* pengerjaan Tugas Akhir yang menjelaskan tahapan-tahapan pengerjaan tugas akhir untuk mendapatkan nilai WECPNL dan *Transmission loss* seperti dibawah ini:





Gambar 3.1 *Flowchart* pengerjaan tugas akhir

3.1 Studi Literatur

Studi literatur sangat diperlukan untuk memahami hal-hal yang menjadi dasar dalam pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur yang dilakukan meliputi pemahaman mengenai bunyi, kebisingan, dampak kebisingan pesawat terbang, sumber kebisingan pesawat terbang, dan metrik kebisingan pesawat terbang. Selain itu studi literatur ini juga meliputi pemahaman tentang aturan-aturan umum yang berkaitan dengan ambang batas kebisingan lingkungan dan kebisingan pesawat dan bandara. Dari studi literatur ini bisa diketahui metrik mana yang cocok untuk

mengevaluasi kebisingan lingkungan akibat *flyover* pesawat terbang.

3.2 Pengambilan dan Penghitungan Data Kebisingan

3.2.1 *Weighted Effective Continous Perceived Level*

Weighted Effective Continous Perceived Level atau di singkat WECPNL menggunakan nilai tingkat tekanan bunyi maksimal tiap terjadinya *flyover* pesawat terbang dngan menggunakan skala pembobotan desibel A (dBA). Pengukuran untuk WECPNL dilakukan di Masjid Ar-Ridlo, Sedati, Sidoarjo yang merupakan tempat ibadah yang berdekatan dengan pemukiman dan pertokoan Gambar 3.2 menunjukkan denah lokasi pengukuran.



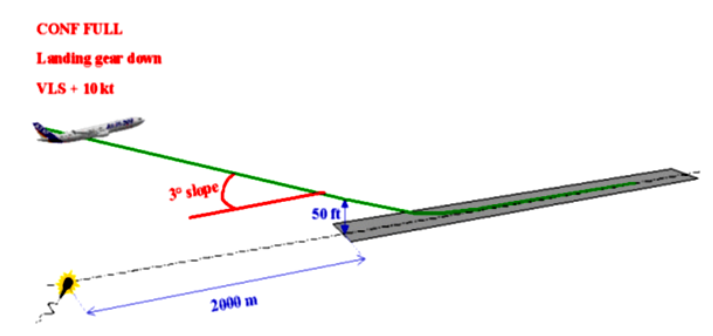
Gambar 3.2 Lokasi pengambilan data kebisingan di Masjid Ar Ridlo Sedati, Sidoarjo.

Masjid Ar-Ridlo berada di sebelah barat landasan pacu bandara Juanda yang diberi tanda merah. Jarak antara lokasi pengambilan data dengan titik pesawat mendarat berjarak 1,49 kilometer

Pengambilan data dilakukan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) yang diproduksi oleh Dekko. Sebelum pengambilan data dilakukan, SLM perlu dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan kalibrator agar *margin error* semakin kecil. Saat pengambilan data, *setting* dari SLM diatur sedemikian rupa dengan *setting* sebagai berikut :

- a) Skala pembobotan : A
- b) *Range* pengukuran : 30 – 130 dBA
- c) *Time Weighting* : Fast
- d) Tombol *Max* ditekan untuk menampilkan nilai maksimum dari TTB yang masuk

Pengambilan data dilakukan selama 6 hari. Data TTB maksimum yang ditunjukkan oleh SLM dicatat beserta dengan waktu lewatnya pesawat. Data hasil pengukuran untuk WECPNL dapat dilihat pada lampiran .Pengukuran WECPNL dilakukan tepat dibawah pesawat ketika melintas menuju landasan pacu seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema pengambilan data kebisingan WECPNL dengan *Approach Noise Measurement Point* (AIRBUS, 2003)

Metode perhitungan untuk WECPNL didasarkan pada persamaan yang terlampir pada PP No. 40 Tahun 2012 dan SK Menteri Perhubungan Nomor 40 Tahun 2004.

Data hasil pengukuran untuk WECPNL adalah berupa nilai tingkat tekanan bunyi maksimum tiap pesawat yang lewat dan waktu lewatnya pesawat. Nilai WECPNL dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6) – (2.8) Data pengukuran dalam 1 hari dikelompokkan sesuai dengan kategori waktu terjadinya.

- a) Nilai N pada persamaan (2.8) didapatkan berdasarkan pengelompokkan data tersebut.

- b) Setiap nilai TTB maksimal pesawat merupakan nilai L_i , lalu dihitung nilai $10^{\frac{L_i}{10}}$ untuk tiap pesawat.
- c) Tiap nilai hasil perhitungan untuk $10^{\frac{L_i}{10}}$ dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah semua pesawat yang lewat pada hari itu.
- d) Nilai dB(A) dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) dengan nilai yang sudah didapatkan pada langkah sebelumnya (Margaret, 2014).

3.2.2 *Transmission Loss*

Data TL diperlukan untuk mereduksi kebisingan yang melebihi batas di dalam dan di luar masjid. Pengambilan data hampir sama dengan pengambilan data WECPNL, hanya saja pengambilan data dilakukan di dalam dan di luar masjid yang mana luar masjid sebagai area sumber bunyi dan area dalam masjid sebagai area luar masjid dan untuk pengambilan data harus menggunakan SLM yang tersambung dengan laptop yang sudah terinstal *realtime analyzer* untuk perekaman data karena data yang diambil adalah data TTB tiap frekuensi. Selain TTB, data yang diperlukan adalah data mengenai jenis material bangunan masjid, dan luar permukaan material.

Dalam perhitungan TL yang dicari terlebih dahulu adalah data TL sebelum perancangan yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar bunyi sebelum pergantian material partisi. Setelah diketahui nilai TL sebelum perancangan, maka barulah dicari nilai TL setelah perancangan. Penghitungan nilai TL setelah perancangan meliputi pergantian material partisi dan penebalan partisi. Setelah diketahui nilai T setelah perancangan barulah dicari nilai L_{p2} yang sesuai dengan ambang batas kebisingan. Material partisi dan tebal partisi sangat penting dalam penentuan peredam bunyi karena material-material bangunan memiliki tingkat pemantulan dan penyerapan bunyi masing-masing.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

4.1.1 WECPNL

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan WECPNL adalah nilai TTB maksimum tiap *flyover* (L_i), jumlah pesawat per rentang waktu waktu tertentu, dan jumlah pesawat seluruhnya yang lewat. Berdasarkan nilai hasil pengukuran di atas, kemudian dapat dihitung nilai WECPNL melalui persamaan (2.6) – (2.8). Berikut merupakan hasil perhitungan nilai WECPNL pada hari ke-1.

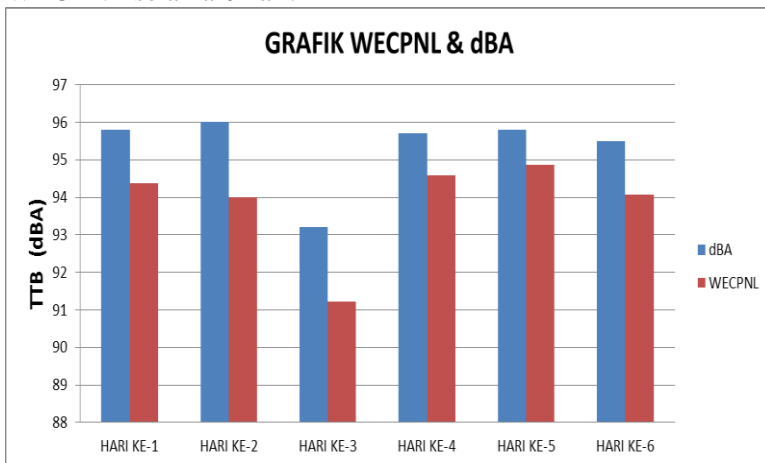
$$\begin{aligned} \text{dB(A)} &= 10 \log \frac{(6,5 \times 10^{11})}{169} \\ \text{dB(A)} &= 95,80 \\ N &= 123 + 3 (33) + 10(11 + 2) \\ N &= 370 \\ \text{WECPNL} &= 95,80 + 10 \log 370 - 27 \\ \text{WECPNL} &= 95,31 \text{ WECPNdB} \end{aligned}$$

Data hasil pengelompokkan ditunjukkan pada Tabel 4.1. Hasil perhitungan nilai WECPNL untuk semua hari pengukuran diplot pada Gambar 4.1.

Tabel 0.1 Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan WECPNL

HARI	N1	N2	N3	N4	n	N	Leq (dB(A))	WECPNL
1	12	123	33	2	169	362	95,8	94,38
2	8	127	30	2	167	317	96	94,01
3	8	117	27	3	165	318	93,2	91,22
4	11	107	38	3	165	361	95,7	94,27
5	13	113	37	2	165	374	95,8	94,52
6	11	118	34	3	166	360	95,5	94,06

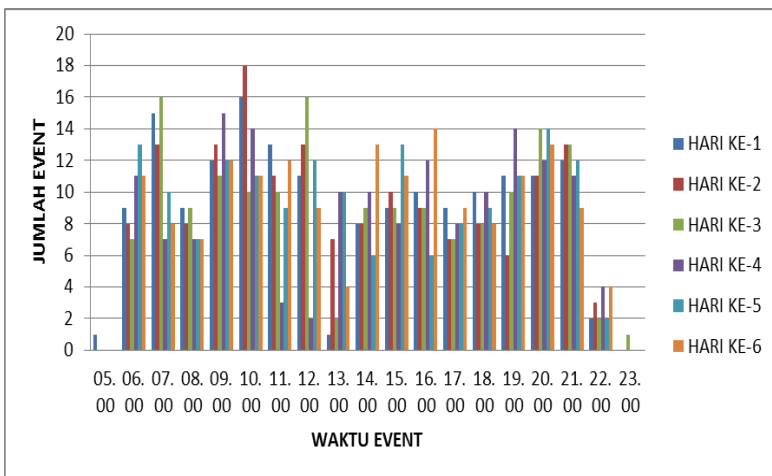
Dari Tabel 4.1 bisa dilihat terjadi perubahan nilai WECPNL dari hari pertama sampai hari ke-6. Pada hari pertama nilai WECPNL sebesar 94,38 WECPNdB, pada hari ke-2 nilai WECPNL nya lebih kecil daripada nilai hari pertama, yaitu sebesar 94,01 WECPNdB, padahal nilai dBA hari ke-2 lebih besar yaitu sebesar 96 dBA, sedangkan nilai Leq hari pertama sebesar 95,8 dBA Begitu pula nilai Leq hari pertama dan hari ke-5 sama yaitu 95,8 dBA, namun nilai WECPNL ke-3 sebesar 91,22 WECPNdB yang mana merupakan nilai WECPNL terkecil, padahal jumlah N hari ke-3 lebih besar dibandingkan hari ke-2. Seperti hal nya nilai Leq hari ke-2 merupakan yang tertinggi namun justru nilai WECPNL tertinggi hari ke-5, seharusnya jika mengikuti jumlah *event* nilai WECPNL berbanding lurus dengan jumlah N. Berikut ini adalah grafik perbandingan nilai dB(A) dan WECPNL selama 6 hari.



Gambar 0.1 Data nilai dB(A) dengan WECPNL pada tiap hari pengambilan data

Dari data-data di atas menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi nilai WECPNL adalah faktor pembobot. Yang dimaksud dengan faktor pembobot adalah besarnya TTB pesawat

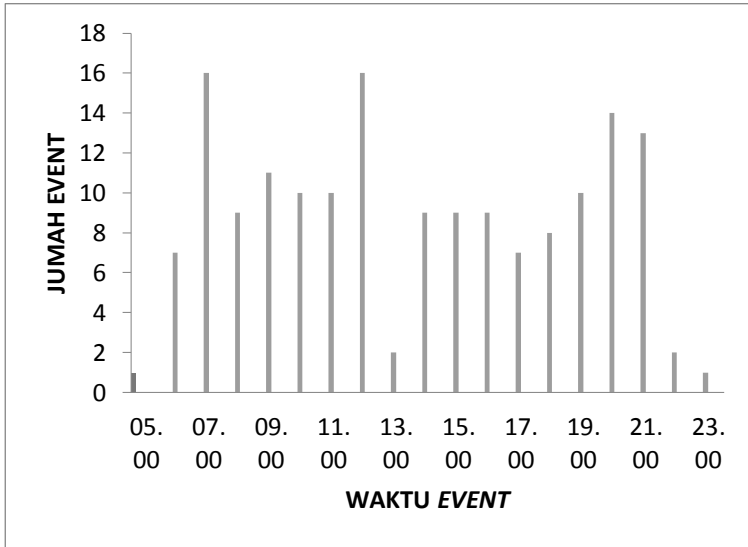
saat *flyover*. Faktor pembobot ini berpengaruh besar pada nilai WECPNL. Belum tentu jika jumlah *event* pesawat dan nilai Leq lebih besar, maka nilai WECPNL nya juga akan lebih besar, bisa jadi yang terjadi malah sebaliknya. Seperti halnya pada tabel di atas. Pada hari pertama memiliki jumlah *event* terbanyak secara keseluruhan namun nilai N terbesar justru di hari ke-5, hal yang menyebabkan perbedaan nilai N adalah faktor pembobot dari tiap-tiap waktu. Pada hari pertama jumlah *event* pesawat selama pukul 19.00-22.00 sebanyak 33 *event*, sedangkan jumlah *event* pesawat pada jam yang sama pada hari ke-5 sebanyak 37 *event*. Perbedaan jumlah *event* pesawat pada rentang waktu tertentu itulah yang menyebabkan selisih nilai WECPNL. Berikut ini adalah grafik pengelompokan jumlah *event* pesawat berdasarkan waktu tertentu.



Gambar 0.2 Pengelompokan *event* berdasarkan waktu

Dari grafik di atas bisa diamati bahwa hanya pada hari ke-1 saja ada penerbangan pada pukul 05.00. Pesawat paling sering melintas pada pukul 10.00, sedangkan pada pukul 24.00 tidak ada pesawat yang melintas atau mendarat, karena umumnya pesawat yang melintas pada jam itu karena mengalami keterlambatan.

Berikut ini adalah grafik pengelompokan jumlah *event* pesawat berdasarkan waktu tertentu pada hari ke-5.



Gambar 4.3 Grafik pembagian *event* berdasarkan waktu pada hari ke-5

Dari gambar 4.3 bisa dilihat bahwa *event* pesawat terbang terbanyak pukul 07.00 dan pukul 12.00. Besar nilai WECPNL dibandingkan dengan hari-hari yang lain karena jumlah *event* pada pukul 19.00-22.00 terbanyak dibandingkan dengan hari-hari yang lain.

TTB rata-rata pada hari ke-1 = 93,8 dBA dan jarak antara pesawat dengan SLM sekitar 120 m. maka didapatkan nilai tingkat daya bunyi rata-rata adalah :

$$\begin{aligned}
 TTB &= L_w - 20 \log_{10} r - 11 \\
 95,80 &= L_w - 20 \log_{10} 120 - 11 \\
 L_w &= 148,8 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai WECPNL yang memenuhi standar maka nilainya harus di bawah 75 WEPNdB. Sehingga, dibutuhkan nilai dB(A) sebagai berikut.

$$75 = dB(A) + 10 \log 362 - 27$$

$$dB(A) = 76,4 \text{ dBA}$$

Dari 2 hasil perhitungan ini, dapat dilakukan prediksi jarak pesawat minimal ke tanah.

$$76,4 = 148,8 - 20 \log_{10} r - 11$$

$$20 \log_{10} r = 62,8$$

$$r = 1380,4 \text{ m}$$

$$\tan 3 = \frac{575,4}{x}$$

$$x = 26,336 \text{ m}$$

Sehingga dari hasil ini, diketahui bahwa jarak minimum pesawat dan pemukiman adalah harus lebih besar dari 1380,4 m atau berjarak lebih dari 26 km dari landasan.

4.1.2 *Transmission Loss*

Setelah dilakukan pengukuran WECPNL selanjutnya adalah menentukan nilai TL. Data awal yang diambil adalah data TTB area sumber bunyi yang dilambangkan Lp1 dan TB area penerima yang dilambangkan Lp2 di Masjid Ar-Ridlo Sedati. Jarak titik pengambilan data antara Lp1 dan Lp2 ± 5 meter

Tabel 4.2 Data TTB Pengukuran Tertinggi

Frekuensi	125	250	500	1000	2000	4000
Lp1 dB(A)	80,21	84,39	89,86	95,13	83,55	75,33
Lp2 dB(A)	62,96	72,04	77,2	85,01	68,91	63,57

Data di atas masih dalam satuan dB(A) dan oleh karena itu harus di konversi kedalam satuan dB karena pengolahan data yang digunakan adalah satuan dB.

Tabel 4.3 Konversi dB(A) ke dB

Frekuensi	Lp1 dB(A)	Lp2 dB(A)	Konversi	Lp1 (dB)	Lp2 (dB)
125	80,21	62,96	16,1	96,31	79,06
250	84,39	72,04	8,6	92,99	80,64
500	89,86	77,2	3,2	93,06	80,4
1000	95,13	85,01	0	95,13	85,01
2000	83,55	68,91	1,2	84,75	70,11
4000	75,33	63,57	1	76,33	64,57

Nilai koefisien serapan bunyi rata-rata berpengangan pada nilai koefisien serapan bunyi tiap jenis bahan dan kemudian dihitung dengan persamaan (2.18).

Tabel 4.4 $\bar{\alpha}$ (Alfa Rata-Rata)

Frekuensi	125	250	500	1000	2000	4000
$\bar{\alpha}$	0,13	0,08	0,14	0,05	0,05	0,05

Masjid AR-Ridlo berdimensi 10m x 13m x 7m, dinding yang tersusun dari beberapa material/bahan. Untuk dinding bagian utara dan selatan masing-masing tersusun dari material batu bata yang sudah dicat dan terdapat 4 pintu dan 16 jendela dan 4 ventilasi, untuk dinding bagian timur tersusun dari batu bata yang sudah dicat, dinding timur merupakan pintu utama masjid terdiri dari 3 pintu kayu, jendela kaca dan 3 ventilasi, sedangkan untuk sisi bagian barat tersusun dari batu bata yang sudah dicat,. Atap dan kubah masjid menggunakan gipsium dan lantai tersusun dari marmer.

A. Material Langit-Langit

Setelah mengkonversi data dari satuan dB(A) ke dB, dan mengetahui nilai rata – rata koefisien serapan bunyi, langkah selanjutnya adalah mencari nilai TL dari hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan (2.15) dan sebelumnya harus dicari NR tiap frekuensi dengan menggunakan persamaan (2.14) dimana NR merupakan pengurangan kebisingan di luar ruangan (Lp1) dan di dalam ruangan (Lp2), sedangkan S merupakan Luas permukaan gipsum.

Tabel 4.5 Nilai TL Atap Sebelum Perancangan

F	125	250	500	1000	2000	4000
R	450604	242684	451935	146564	156601	153683
S	1489000					
NR	17,3	12,4	12,7	10,1	14,6	11,8
TL	22,76	20,40	18,16	20,29	24,53	21,73

Setelah diketahui nilai TL sebelum perancangan, selanjutnya dicari nilai TL perancangan. Pada tahap perancangan dipilih material beton sebagai pengganti gipsum. Beton yang digunakan mempunyai ketebalan 7 cm dengan densitas $15 \text{ kg/m}^2/\text{cm}$.

Tabel 4.6 Nilai TL Pengukuran Atap Setelah Perancangan

F	125	250	500	1000	2000	4000
$\bar{\alpha}$	0,06	0,05	0,13	0,04	0,04	0,03
R	186923	152068	431734	129763	114668	95409
S	1489000					
NR	17,3	12,4	12,7	10,1	14,6	11,8
TL	26,40	22,42	18,38	20,79	25,82	23,80

Nilai TL hasil pengukuran diatas didapat dengan menggunakan persamaan 2.15 dan sebelumnya harus dicari nilai NR untuk tiap frekuensi dengan menggunakan persamaan 2.14 yang mana NR

merupakan pengurangan kebisingan dari ruang sumber (Lp1) dan ruang penerima (Lp2). Nilai $\tilde{\alpha}$ di dapat menggunakan persamaan (2.17) setelah mencari nilai $\tilde{\alpha}$ dengan persamaan (2.16) di dapat Nilai R_2 . Setelah didapat nilai NR, R_2 dan S maka bisa didapat nilai TL. Setelah didapat TL hasil Pengukuran selanjutnya adalah mencari nilai TL perhitungan setelah perancangan dengan menggunakan persamaan 2.11. Dimana W adalah massa jenis, dicari dengan mengalikan tebal/luasan dengan *surface density* dari bahan yang akan digunakan.

Tabel 4.7 Nilai TL Perhitungan Setelah Perancangan

Material	Tebal	W	TL					
			125	250	500	1000	2000	4000
Beton	9	135	37,54	43,57	49,59	55,61	61,63	67,65

Selanjutnya mencari nilai NR untuk mendapatkan nilai koreksi, dimana nilai NR pada tabel 4.8 dibawah didapat dengan menggunakan persamaan (2.15), yang mana untuk nilai TL, S, dan R_2 sudah dicari sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 4.6 untuk R_2 , S dan untuk TL dapat dilihat pada Tabel 4.7 di atas.

Tabel 4.8 Nilai NR Perhitungan

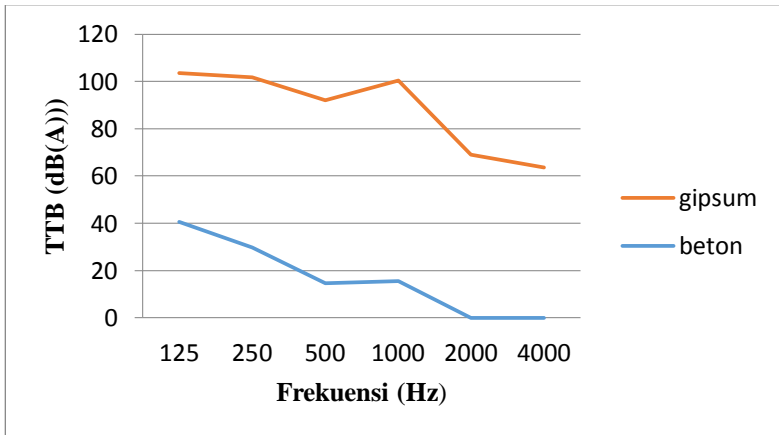
F	125	250	500	1000	2000	4000
NR	28,40	33,55	43,91	44,92	50,41	55,65

Dari hasil NR pada Tabel 4.8 di atas dapat dicari nilai koreksi. Dengan cara hasil NR perhitungan dikurangi dengan hasil NR pengukuran di lapangan. Nilai koreksi ini yang nantinya akan ditambahkan dengan Lp2 dari hasil perhitungan setelah dilakukan pergantian material atap, karena tugas akhir ini hanya berupa simulasi perhitungan sehingga setelah diganti material tidak dilakukan pengukuran secara langsung maka untuk mengetahui hasilnya ditambah dengan nilai koreksi. Hasil nilai koreksi dapat

dilihat pada Tabel 4.9. Selanjutnya setelah mendapatkan nilai TL setelah perancangan maka langkah selanjutnya mencari nilai L_{p2} setelah perancangan dengan menggunakan kembali persamaan (2.14) dan (2.15), setelah didapat nilai L_{p2} maka dijumlahkan dengan koreksi dan dikonversi kembali kedalam satuan dB (A) karena pada saat pengukuran data yang didapat dalam dB (A)

Tabel 4.9 L_{p2} Atap Setelah Perancangan

F	125	250	500	1000	2000	4000
Koreksi	-11,14	-21,20	-31,25	-34,80	-35,77	-43,89
L_{p2} (dB)	56,76	38,25	17,91	15,42	1,21	-19,20
Konversi	16,1	8,6	3,2	0	1,2	1
L_{p2} dB(A)	40,66	29,65	14,71	15,42	0,01	0



Gambar 4.4 Grafik perbedaan L_{p2} menggunakan beton dan gipsum

Gambar 4.4 merupakan grafik perbedaan nilai L_{p2} atap sebelum (gypsum) dan sesudah perancangan (beton). Dari grafik di atas terlihat bahwa terlihat penurunan nilai L_{p2} secara keseluruhan. Penurunan nilai L_{p2} terjadi karena pergantian material yang mana material baru mampu mereduksi bunyi secara signifikan.

B. Material Dinding

Untuk menghitung TL pada dinding tidak bisa menggunakan cara seperti pada langit-langit karena material dinding terdiri dari lebih dari satu jenis material, yaitu batu bata pada dinding, kayu pada pintu dan material kaca. Masing-masing material dihitung nilai TL dengan persamaan (2.14) setelah itu dihitung nilai koefisien rata-rata dengan persamaan (2.15) dan didapatkan nilai TL komposit. Langkah selanjutnya adalah dicari nilai $\bar{\alpha}$ dengan menggunakan persamaan (2.20) dan hasil dapat dipakai untuk menghitung nilai R_2 dengan menggunakan persamaan (2.19). Setelah itu dapat diketahui nilai TL dengan persamaan (2.18). Tabel 4.10 merupakan nilai TL sebelum perancangan.

. **Tabel 4.10** TL Pengukuran Dinding Sebelum Perancangan

F	125	250	500	1000	2000	4000
$\bar{\alpha}$	0,13	0,08	0,14	0,05	0,05	0,05
R	450604	242684	451936	146564	156601	153683
S	255200					
NR	14,2	12,4	12,9	10,0	13,0	16,4
TL	16,37	16,35	12,01	13,00	15,72	19,23

Karena dinding barat dan timur tidak homogen maka dicari nilai TL dengan persamaan komposit dengan mencari nilai koefisien transmisi tiap material per frekuensi dengan persamaan (2.15). Nilai koefisien transmisi tiap bahan dapat dilihat pada Tabel 4.11-4.20.

Tabel 4.11 Nilai TL & τ Kaca Kanan

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	503144	14591176	138,22	$1,5 \times 10^{-14}$
250	503144	14591176	144,24	$3,7 \times 10^{-15}$
500	503144	14591176	150,26	$9,4 \times 10^{-16}$
1000	503144	14591176	156,28	$2,4 \times 10^{-16}$
2000	503144	14591176	162,30	$5,9 \times 10^{-17}$
4000	503144	14591176	168,32	$1,5 \times 10^{-17}$

Tabel 4.12 Nilai TL & τ Kaca Kiri

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	503144	14591176	138,22	$1,5 \times 10^{-14}$
250	503144	14591176	144,24	$3,7 \times 10^{-15}$
500	503144	14591176	150,26	$9,4 \times 10^{-16}$
1000	503144	14591176	156,28	$2,4 \times 10^{-16}$
2000	503144	14591176	162,30	$5,9 \times 10^{-17}$
4000	503144	14591176	168,32	$1,5 \times 10^{-17}$

Tabel 4.13 Nilai TL & τ Kaca Depan

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	43014	1247406	116,86	$2,1 \times 10^{-12}$
250	43014	1247406	122,88	$5,1 \times 10^{-13}$
500	43014	1247406	128,90	$1,2 \times 10^{-13}$
1000	43014	1247406	134,92	$3,2 \times 10^{-14}$
2000	43014	1247406	140,94	$8,1 \times 10^{-15}$
4000	43014	1247406	146,96	$2,1 \times 10^{-15}$

Tabel 4.14 Nilai TL & τ Tembok Barat

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	900000	17100000	139,60	$1,1 \times 10^{-14}$
250	900000	17100000	145,62	$2,7 \times 10^{-15}$
500	900000	17100000	151,64	$6,8 \times 10^{-16}$
1000	900000	17100000	157,66	$1,7 \times 10^{-16}$
2000	900000	17100000	163,68	$4,3 \times 10^{-17}$
4000	900000	17100000	169,70	$1,1 \times 10^{-17}$

Tabel 4.15 Nilai TL & τ Tembok Timur

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	116800	2219200	121,86	$6,5 \times 10^{-14}$
250	116800	2219200	127,88	$1,6 \times 10^{-14}$
500	116800	2219200	133,90	$4,1 \times 10^{-15}$
1000	116800	2219200	139,92	$1,1 \times 10^{-15}$
2000	116800	2219200	145,94	$2,5 \times 10^{-16}$
4000	116800	2219200	151,97	$6,3 \times 10^{-17}$

Tabel 4.16 Nilai TL & τ Tembok Utara

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	127280	2418320	122,61	$5,4 \times 10^{-14}$
250	127280	2418320	128,63	$1,4 \times 10^{-14}$
500	127280	2418320	134,65	$3,4 \times 10^{-15}$
1000	127280	2418320	140,67	$8,6 \times 10^{-16}$
2000	127280	2418320	146,69	$2,1 \times 10^{-16}$
4000	127280	2418320	152,71	$5,4 \times 10^{-17}$

Tabel 4.17 Nilai TL & τ Tembok Selatan

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	127280	2418320	122,61	$5,4 \times 10^{-14}$
250	127280	2418320	128,63	$1,4 \times 10^{-14}$
500	127280	2418320	134,65	$3,4 \times 10^{-15}$
1000	127280	2418320	140,67	$8,6 \times 10^{-16}$
2000	127280	2418320	146,69	$2,1 \times 10^{-16}$
4000	127280	2418320	152,71	$5,4 \times 10^{-17}$

Tabel 4.18 Nilai TL & τ Lantai

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	4895000	122375000	156,69	$2,1 \times 10^{-17}$
250	4895000	122375000	162,71	$5,4 \times 10^{-18}$
500	4895000	122375000	168,73	$1,3 \times 10^{-18}$
1000	4895000	122375000	174,75	$3,1 \times 10^{-19}$
2000	4895000	122375000	180,77	$1,1 \times 10^{-19}$
4000	4895000	122375000	186,80	$1,0 \times 10^{-20}$

Tabel 4.19 Nilai TL & τ Pintu

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	720560	5764480	130,15	$9,6 \times 10^{-14}$
250	720560	5764480	136,17	$2,4 \times 10^{-14}$
500	720560	5764480	142,19	$6,1 \times 10^{-15}$
1000	720560	5764480	148,22	$1,5 \times 10^{-15}$
2000	720560	5764480	154,24	$3,7 \times 10^{-16}$
4000	720560	5764480	160,26	$9,4 \times 10^{-17}$

Tabel 4.20 Nilai TL & τ Gypsum

Frekuensi	Luas	W	TL	τ
125	2889300	28893000	144,15	$3,8 \times 10^{-15}$
250	2889300	28893000	150,17	$9,6 \times 10^{-16}$
500	2889300	28893000	156,20	$2,4 \times 10^{-16}$
1000	2889300	28893000	162,22	$6,1 \times 10^{-17}$
2000	2889300	28893000	168,24	$1,5 \times 10^{-17}$
4000	2889300	28893000	174,26	$4,0 \times 10^{-18}$

Setelah didapatkan nilai koefisien transmisi selanjutnya dihitung nilai koefisien transmisi rata-rata dinding yang akan dirancang dengan persamaan (2.16). Dengan begitu didapat TL komposit dengan persamaan (2.15). Setelah itu dicari nilai NR perhitungan dengan persamaan (2.18), nilai NR ini yang nantinya akan digunakan untuk mencari nilai koreksi. Nilai koreksi yaitu nilai NR hasil pengukuran pada Tabel 4.12 dikurangi nilai NR hasil perhitungan pada Tabel 4.23. Nilai koreksi ini nantinya akan ditambah dengan nilai L_{p2} .

Tabel 4.21 Nilai Perhitungan Dinding Sebelum Perancangan

Frekuensi		TL Komposit	NR	Koreksi
125	0,008	21,129	20,34	-3,1
250	0,008	21,129	19,17	-6,7
500	0,008	21,129	20,41	-7,5
1000	0,008	21,129	19,23	-9,2
2000	0,008	21,129	19,48	-6,5
4000	0,008	21,129	19,60	-3,1

Pada tahap perancangan, material yang akan diganti yaitu kaca dan jendela. untuk kaca menggunakan 2 buah kaca dengan ketebalan masing-masing 1cm dan pada saat pemasangan diberi jarak 3 mm. Hal pertama yang dilakukan dalam perancangan bahan, dihitung lagi dengan persamaan (2.14) di mana W dicari dengan mengalikan tebal material dan densitas. Nilai TL dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.22 Perhitungan TL Dinding Setelah Perancangan

Material	T	W	TL					
			125	250	500	1000	2000	4000
Kaca	1	29	24,19	30,21	36,23	42,25	48,27	54,29
Tembok	15	345	45,59	51,72	57,54	63,76	69,78	75,80
Pintu	4	80	33,00	39,02	45,04	51,06	57,08	63,10

*T = Tebal

Tabel 4.23 Nilai Koefisiensi Transmisi Material yang Dirancang

Material	τ		
	125	250	500
Kaca	$3,8 \times 10^{-3}$	$9,5 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$
Pintu	$5,1 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-5}$
Tembok	$2,7 \times 10^{-5}$	$6,7 \times 10^{-6}$	$1,7 \times 10^{-6}$

Tabel 4.24 Lanjutan Nilai Koefisiensi Transmisi Material yang Dirancang

Material	τ		
	1000	2000	4000
Kaca	$5,9 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^{-5}$	$3,7 \times 10^{-6}$
Pintu	$7,8 \times 10^{-6}$	$1,9 \times 10^{-6}$	$1,7 \times 10^{-7}$
Tembok	$4,2 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-7}$	$2,6 \times 10^{-8}$

Nilai koefisiensi transmisi material rata – rata pada Tabel 4.26 pada dinding sisi barat didapat dengan persamaan (2.16). Kemudian hasil dari koefisiensi transmisi rata–rata dimasukkan

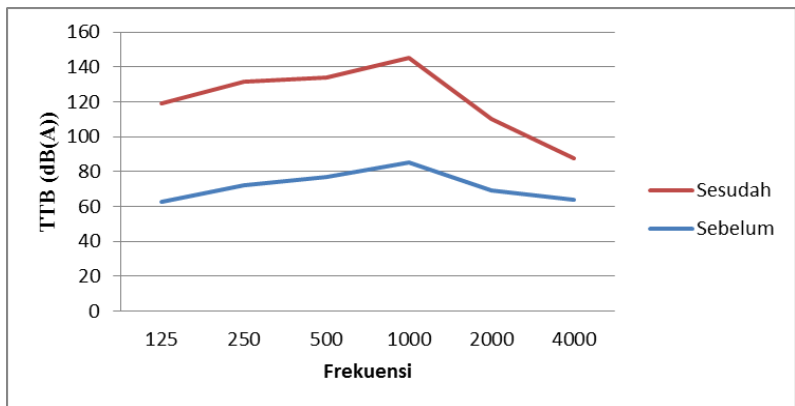
ke persamaan (2.15) agar didapatkan nilai TL komposit. Setelah hasil nilai TL komposit diketahui, nilai TL komposit ditambah dengan hasil selisih antara NR pengukuran dan NR perhitungan koreksi. TL komposit yang telah ditambahkan dengan koreksi yang nantinya akan digunakan untuk mencari nilai L_{p2} dengan menggunakan persamaan (2.18). Di karenakan pengukuran menggunakan satuan dB (A) maka hasil L_{p2} yang telah didapat harus dikonversi kembali ke satuan dB (A) seperti yang terlihat di Tabel 4.27. Nilai L_{p2} setelah perancangan dapat dilihat pada Tabel 4.26

Tabel 4.25 Nilai L_{p2} Dinding Setelah Perancangan

τ Rata-rata	TL Komposit	Komposit + koreksi	L_{p2} dB	L_{p2} dB (A)
$1,7 \times 10^{-3}$	27,72	24,63	72,47	56,37
$4,2 \times 10^{-4}$	33,74	26,97	67,98	59,38
$1,1 \times 10^{-4}$	39,76	32,25	61,53	57,03
$2,6 \times 10^{-5}$	45,78	36,56	60,47	60,47
$6,6 \times 10^{-5}$	51,80	45,30	42,42	41,22
$1,6 \times 10^{-5}$	57,82	54,64	25,22	24,22

Tabel 4.26 Nilai L_{p2} Atap + L_{p2} Dinding Setelah Perancangan

Frekuensi	L_{p2} dB(A)
125	56,48
250	59,38
500	57,02
1000	60,46
2000	41,21
4000	24,23



Gambar 4.5 Lp2 sebelum perancangan dan setelah perancangan

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pergantian material bangunan mampu mereduksi bunyi di dalam ruangan secara keseluruhan. Pemilihan material merupakan faktor utama dalam mendesain ruangan atau bangunan untuk mengurangi kebisingan.

4.2 Pembahasan

Dari hasil data yang terlihat diatas dapat diamati bahwa terjadi perbedaan nilai WECPN di tiap-tiap hari pengambilan data. Perbedaan nilai WECPNL per hari tidak lah signifikan. *Range* nilai WECPNL selama 6 hari antara 91,22-94,89 WECPNdB. Dengan nilai WECPNL tertinggi sebesar 94,89 WECPNdB yang didapatkan di hari ke-5 dan yang terendah sebesar 91,22 WECPNdB yang diapat di hari ke-3. Jika diamati dari jumlah *event* pesawat terbang yang melintas, jumlah *event* terbanyak pada hari ke-1 dengan 169 *event*, sedangkan jumlah *event* paling sedikit pada hari ke 3, hari ke-4, da hari ke-5 dengan 165 *event*. Dan berdasarkan dari jumlah event pesawat terbang per waktu, pesawat paling sering melintas pada pukul 10.00 dan pesawat jarang melintas pada pukul 05. 00 dan pukul 23.00 selama 6 hari pengambilan data. Dari data di atas juga bisa

diamati bahwa nilai dB(A) tidak selalu berbanding lurus dengan nilai WECPNL, yang terjadi malah sebaliknya. Hal ini terjadi karena faktor pembobot yang mempengaruhi nilai WECPNL. Bisa dilihat bahwa faktor pembobot pada tiap waktu *event* pesawat. Dari data di atas penerbangan pada rentang waktu pukul 19.00-22.00 memiliki faktor pembobot yang cukup besar yang menentukan nilai WECPNL, seperti pada hari ke-5 yang memiliki nilai WECPNL yang tertinggi karena faktor pembobot pada N3 yang mana merupakan jumlah penerbangan pada pukul 19.00-20.00. Jumlah *event* pesawat terbang secara keseluruhan tidak berbanding lurus dengan nilai WECPNL. Jumlah *event* pesawat dari pengambilan data selama 6 hari rata-rata sama, hanya saja nilai N tiap-tiap hari bisa memiliki perbedaan yang cukup signifikan karena faktor pembobot pada rentang waktu N3. Dari sini bisa disimpulkan bahwa daerah pemukiman yang berada di sebelah barat Bandara Juanda dilihat dari tingkat kebisingan bisa dibilang tidak layak untuk dijadikan sebagai tempat ibadah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012, dan Surat keputusan Menteri perhubungan Nomor 40 Tahun 2004 daerah pemukiman berada di zona I dengan nilai WECPNL sebesar 75 WECPNdB, sedangkan nilai WECPNL yang didapatkan dari pengolahan data lapangan selama 6 hari berkisar antara 91,22-94,89 WECPNdB, yang mana rentang nilai tersebut berada di zona III, yang artinya daerah tersebut seharusnya berada di zona III. Daerah zona II sendiri tidak boleh ada bangunan-bangunan seperti rumah tinggal, sekolah, rumah sakit, dan tempat ibadah. Apalagi banyaknya *event* pesawat terbang pada malam hari, dimana malam hari merupakan waktu nya manusia untuk beristirahat sehingga kebisingan pada malam hari terasa sangat mengganggu dibandingkan dengan pagi dan siang hari. Dari hitungan prediksi didapatkan bahwa pemukiman dengan jumlah *event* sedemikian banyak ideal nya berjarak 26 km dari arah barat bandara dan jarak antara pesawat dengan permukaan tanah sebesar 1380 m, atau pemukiman idealnya tidak berada di garis penerbangan yang tiap hari dilewati oleh pesawat terbang. Data ini bukan data secara keseluruhan karena ada beberapa data yang tidak diambil karena berbagai alasan. Jika menggunakan metode

kebisingan siang- malam seperti yang tertera pada Surat keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 tahun 1996 yang mana metode yang digunakan adalah tingkat kebisingan siang malam, sedikit di atas yang ditetapkan oleh pemerintah dan WHO, hanya saja jika dibandingkan dengan nilai dB(A) dari WECPNL terlihat perbedaan yang cukup besar. Hal itu karena metode L_{SM} mengevaluasi kebisingan lingkungan secara umum tidak dikhususkan pada kebisingan pesawat terbang, sedangkan WECPNL khusus menghitung tingkat kebisingan lingkungan akibat *flyover* pesawat terbang. Posisi pengambilan data seharusnya berada tepat di atas pesawat terbang melintas, namun pada kenyataannya banyak pesawat yang melintas berjarak beberapa meter dari SLM, jadi belum dipastikan apakah nilai TTB pesawat sebesar itu jika pengambilan data dilakukan di posisi yang sesuai.

Dampak dari kebisingan pesawat terbang tidak hanya pada kesehatan tapi juga pada kenyamanan komunikasi yang tertanggu akibat interfensi dari kebisingan pesawat terbang. Untuk mengetahui seberapa jauh efek yang ditimbulkan oleh kebisingan pesawat terbang pada manusia secara subyektif, perlu ada penelitian lanjut tentang ini dengan menggunakan unit lain seperti *Guttman scale* dan *Negatt scale*. Dengan menggunakan besaran ini, bisa diketahui efek yang ditimbulkan dan seberapa jauh efeknya kebisingan pesawat terbang bagi manusia. TTB tiap pesawat berbeda-beda walaupun sejenis karena teknis tiap pesawat tidak sama, bisa juga disebabkan oleh gaya mengemudi dari pilot sendiri atau hal-hal lain seperti kecepatan angin, arah angin, kecepatan pesawat, sehingga *noise* yang dihasilkan oleh tiap-tiap *event flyover* juga tidak sama. Selain itu kebisingan pesawat disebabkan oleh pesawat terbang sendiri, sehingga dari sisi WECPNL untuk mengendalikan kebisingan adalah dengan mengatur *event* pesawat terbang agar tidak terlalu banyak.

Meskipun Masjid Ar-Ridlo seharusnya tidak berada di kawasan ini, namun karena sudah terlanjur di sana dan tidak mungkin dipindahkan, maka yang paling realistis dilakukan adalah mengganti atau menambah material bangunan masjid untuk mereduksi kebisingan. Karena sumber kebisingan berasal

dari pesawat terbang, maka material langit-langit atau atap sangat berguna sebagai penghalang. Material atap masjid berupa gipsium yang mana nilai L_{p2} secara keseluruhan sebelum perancangan sebesar 86,04 dB(A), kemudian setelah gipsium diganti dengan beton yang mempunyai tebal 9 cm nilai L_{p2} secara keseluruhan berkurang menjadi 41,02 dB(A) yang berarti beton mampu mereduksi kebisingan sebesar 35,02 dB(A). Karena Masjid Ar-Ridlo terletak dekat jalan raya maka perlu juga mengganti material dinding dengan bahan komposit. Didapatkan bahwa nilai L_{p2} dinding setelah perancangan sebesar 64,67 dB(A) yang berarti mereduksi kebisingan sebesar 21,37 dB(A). Kemudian nilai L_{p2} atap dan dinding dijumlah kemudian didapat nilai L_{p2} secara keseluruhan sebesar 64,69 dB(A), nilai L_{p2} sebelum perancangan sebesar 86,04 dB(A) yang berarti penggantian material atap dan penambahan tebal material dinding mampu mereduksi kebisingan sebesar 21,35 dB(A). Dengan pergantian material atap dan penebalan material dinding mampu mengurangi kebisingan secara keseluruhan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan analisa data, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai WECPNL di Daerah pemukiman di Masjid Ar-Ridlo Sedati, Sidoarjo memiliki *range* 91,22-94,89 WECPNdB, sehingga tidak layak dijadikan pemukiman tempat tinggal berdasarkan ambang batas kebisingan kawasan tingkat I. Untuk dapat memenuhi standar, masjid seharusnya dibangun dengan jarak minimum 11 km dari landasan.
- Jumlah penerbangan dalam satu hari relatif sama hanya nilai pembobotan tiap pesawat berbeda-beda.
- Nilai WECPNL terbesar sebesar 94,58 WECPNdB pada hari ke-5 dan WECPNL terkecil sebesar 91,22 WECPNdB di hari ke 3.
- Faktor pembobot berpengaruh pada nilai WECPNL terutama pada jumlah *event* pukul 19.00-22.00 dan pukul 24.00-07.00 sehingga jumlah *event* dalam rentang waktu tersebut berpengaruh pada nilai WECPNL.
- Penggantian material atap dan penembalan material dinding mampu mereduksi kebisingan secara signifikan sebesar 19.35 dB(A).
- Nilai Lp2 atap setelah perancangan sebesar 41,02 dB(A) dan nilai Lp2 dinding setelah perancangan sebesar 64,67 dB(A).

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

- Untuk pengukuran WECPNL perlu dilakukan di lebih dari satu titik tidak hanya saat mendarat tapi juga saat lepas landas
- Perlu dilakukan survey lanjutan untuk menilai tingkat keluhan gangguan oleh masyarakat perumahan.
- Perlu ada penelitian potensi kebisingan di tempat pengembangan bandara.
 - Hendaknya perlu dipikirkan juga jalur penerbangan yang tidak melewati perumahan.
 - Perlu nya memikirkan pengembangan landasan pacu baru.
 - Perlu dilakukan penggantian material atap masjid dan penembalan dinding.

- Perlu diperhatikan pemilihan material-material untuk pembangunan masjid-masjid baru lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AIRBUS. (2003). *Getting to Grips with Aircraft Noise*. Blagnac: AIRBUS.
- Barron, R. F. (2001). *Industrial Noise Control and Acoustics*. New York: Marcel Dekker, Inc.

- Berglund, Birgitta & Thomas Lindvall. (1995) Community Noise. Sweden. Archives of Center For Sensoric Research
- Bruel & Kjaer. (n.d.). Environmental Noise Measurement. Denmark.
- Chaeran, M. (2008). *Kajian Kebisingan Akibat Aktivitas di Bandara (Studi Kasus Bandara Ahmad Yani Semarang)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Departemen Perhubungan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 40 Tahun 2004 Tentang Batas Kawasan Kebisingan Di Sekitar Bandara Juanda Surabaya*, 2004.
- Drahos, M., & Drahos, R. (n.d.). Influence of Meteorological Conditions on Propagation of Sound. Kosice: Technical University of Kosice.
- German, W.J., Stanfield, C.L. *Principles of Human Psychology*.:San Francisco : Benjamin Cummins, 2000.
- Hassall, M.Sc., J. R., & Zaveri, M. Phil, K. (1979). *Acoustic Noise Measurements*. Bruel Kjaer.
- Horonjeff, Robert, et al. (2010). *Planning & Design Airport Fifth Edition*. New York: McGraw Hill.
- ISO 226. (2003). *Acoustics-Normal Equal-loudness-level Countours*. Switzerland: The International Organisation for Standardization.
- Jones, K., & Cadoux, R. (2009). *Metrics for Aircraft Noise*. Civil Aviation Auuthority.
- Kim, T., Kim, K., Kim, J., & Lee, S. (2010). Conversion Relationship of Aircraft Noise Indices between WECPN1 and DENL. *Internationak Congress of Acoustics*, (pp. 1-6). Sydney.
- Kryter, K. (1959). Scaling Human Reactions to The Sound from Aircraft. *Journal of The Acoustical of America* 35, 1415-1429.

- Kryter, K. (1972). A Note on The Quantity (Effective) Perceived Noisiness and Units of Perceived Noise Level. *Journal of Sound and Vibration*, 383-393.
- Laboratorium Kebisingan dan Getaran PUSARPEDAL. (2011). *Pengkajian Kebisingan di Sekitar Bandara (Airport Noise) di Beberapa Kota Besar di Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Margaret, Elysa. Dhanardono, Tutug. (2014) “Analisa Kebisingan Daerah Perumahan Angkasa Pura I Akibat Flyover Pesawat Terbang di Bandar Udara Sepinggan Balikpapan”. Surabaya.
- Menteri, T. P. (1996). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku tingkat Kebisingan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Primananda, Barry prima. (2012)"Skripsi:Pemetaan Kebisingan Akibat Pesawat Dengan Software *Integrated Noise Model* (INM) Di Sekitar Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta". Depok.
- Sasongko D.P, dkk. (2000). *Kebisingan Lingkungan*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Schultz, T. J. (1982). *Community Noise Rating*. Applied Science Publishers.
- Smith, B. J., Peters, R. J., & Owen, S. (1996). *Acoustics and Noise Control*. Essex: Longman Group UK Limited.
- Smith, M. J. (2004). *Aircraft Noise*. Cambridge: The Press Syndicate of The University of Cambridge.
- Trusdale, Alan .(2013). *Sound Absorption Coefficients*. <https://courses.physics.illinois.edu>

RIWAYAT

Nama :Pandhu Wirasamawa Yogasara

Tempat dan Tanggal Lahir :Sumbawa Besar, 10 Januari 1993

Alamat :Jalan Kedawung No 105 Malang

Telepon :085646860175

Email :panduyogasara@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

1. SD Negeri Tulusrejo 1 Malang 2005
2. SMP Negeri 11 Malang 2008
3. SMA Negeri 7 Malang 2011
4. Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2017

LAMPIRAN A

Tabel Hasil Pengukuran Hari ke-1 untuk WECPNL

N0	TTB	Waktu	Jenis pesawat
1	96.9	05. 41	Boeing 737-900ER
2	94.3	06. 00	Boeing 737-500
3	96	06. 11	Boeing 737-800NG
4	94.6	06. 19	Boeing 737-900ER
5	95	06. 24	Airbus A320-200
6	95.6	06. 30	Boeing 737-900ER
7	96.5	06. 35	Airbus A320-200
8	97	06. 44	Boeing 737-800NG
9	95.1	06. 51	Boeing 737-400
10	94.7	06. 57	Boeing 737-900ER
11	95.1	07. 00	Boeing 737-800NG
12	95	07. 03	Boeing 737-900ER
13	97.1	07. 07	Boeing 737-900ER
14	96	07. 09	Boeing 737-900ER
15	98.8	07. 13	Boeing 737-900ER
16	89.8	07. 16	ATR-72
17	97.8	07. 20	Boeing 737-900ER
18	96	07. 24	Boeing 737-800NG
19	98.4	07. 28	Boeing 737-900ER
20	95.7	07. 32	Airbus A320-200
21	96.7	07. 36	Boeing 737-800NG
22	100	07. 41	Airbus A330-300
23	97	07. 50	Boeing 737-800NG
24	88	07. 54	ATR-72
25	95.8	07. 58	Boeing 737-900ER
26	98.9	08. 06	Boeing 737-800NG

27	95.8	08. 11	Airbus A320-200
28	95.1	08. 15	Boeing 737-800NG
29	98.8	08. 20	Boeing 737-900ER
30	95.4	08. 25	Boeing 737-900ER
31	97	08. 39	Boeing 737-800NG
32	95.8	08. 43	Boeing 737-900ER
33	95	08. 50	Boeing 737-800NG
34	96	08. 58	Boeing 737-400
35	95.2	09. 00	Boeing 737-900ER
36	90	09. 04	Tidak Diketahui
37	96.6	09. 08	Boeing 737-800NG
38	96.1	09. 17	Airbus A320-200
39	99	09. 21	Airbus A330-300
40	93.4	09. 26	Boeing 737-800NG
41	103.4	09. 39	Boeing 737-400
42	93.4	09. 43	Boeing 737-900ER
43	91.4	09. 46	ATR 72
44	97.1	09. 51	Boeing 737-900ER
45	93.4	09. 54	Airbus A320-200
46	96.8	09. 57	Boeing 737-900ER
47	97.3	10. 00	Boeing 737-500
48	98	10. 03	Boeing 737-500
49	92	10. 07	Boeing 737-800NG
50	97.3	10. 09	Boeing 737-800NG
51	98.3	10. 13	Boeing 737-500
52	94.9	10. 20	Boeing 737-900ER
53	98.3	10. 25	Boeing 737-900ER
54	98.3	10. 28	Tidak Diketahui
55	89.5	10. 32	ATR-72
56	93.7	10. 35	Boeing 737-800NG

57	92.7	10. 37	Boeing 737-800NG
58	94.8	10. 42	Boeing 737-800NG
59	89.5	10. 46	ATR-72
60	97.3	10. 53	Boeing 737-800NG
61	95.4	10. 56	Tidak Diketahui
62	88.4	10.59	ATR-72
63	97	11.03	Boeing 737-900ER
64	94.2	11. 07	Airbus A320-200
65	93.4	11. 10	Airbus A320-200
66	97.2	11. 14	Boeing 737-900ER
67	95.9	11. 17	Airbus A320-200
68	96	11. 19	Airbus A320-200
69	97	11. 23	Airbus A320-200
70	96.1	11. 47	Airbus A320-200
71	97.6	11. 49	Boeing 737-800NG
72	85.4	11. 51	Tidak Diketahui
73	92.4	11. 53	Boeing 737-900ER
74	97.8	11. 56	Boeing 737-800NG
75	80.9	11. 58	Tidak Diketahui
76	93	12. 00	Airbus A320-200
77	85.4	12. 03	ATR-72
78	97.5	12. 06	Boeing 737-900ER
79	96.8	12. 09	Airbus A320-200
80	96.9	12. 12	Boeing 737-900ER
81	93.1	12. 16	Boeing 737-900ER
82	93.1	12. 19	Tidak Diketahui
83	91.4	12. 22	Airbus A320-200
84	93.1	12. 26	Tidak Diketahui
85	92.7	12. 34	Airbus A320-200
86	98.7	12. 40	Boeing 737-800NG

87	96.8	13.00	Boeing 737-900ER
88	89.8	14.00	ATR-72
89	95.2	14.07	Airbus A320-200
90	93.4	14.11	Boeing 737-800NG
91	96	14.14	Boeing 737-900ER
92	97.22	14.18	Boeing 737-900ER
93	89.1	14.22	Boeing 737-800NG
94	94.4	14.26	Boeing 737-800NG
95	88	14.53	ATR-72
96	96.7	15.00	Boeing 737-800NG
97	94.2	15.07	Boeing 737-900ER
98	98.7	15.10	Boeing 737-900ER
99	100.1	15.17	Airbus A320-200
100	94.3	15.24	Airbus A330-300
101	97	15.28	Boeing 737-900ER
102	95.5	15.43	Boeing 737-900ER
103	88.5	15.48	ATR 72
104	93	15.51	CJR1000
105	93.4	16.00	Airbus A320-201
106	96.9	16.01	Being 737-500
107	97.7	16.03	Boeing 737-800NG
108	96.4	16.06	Boeing 737-900ER
109	92.9	16.28	Airbus A320-200
110	93.4	16.31	Airbus A320-200
111	95.6	16.35	Airbus A320-200
112	89	16.38	ATR 72
113	98.8	16.45	Airbus A340-300
114	93.4	16.55	Boeing 737-900ER
115	97.8	17.04	Airbus A320-200
116	94.4	17.08	Airbus A320-200

117	97.8	17.11	Boeing 737-500
118	96	17.16	Boeing 737-900ER
119	93.3	17.21	Airbus A320-201
120	90.1	17.43	ATR 72
121	92.2	17.45	Airbus A320-200
122	89.3	17.51	ATR 72
123	96.7	17.59	Boeing 737-800NG
124	95.5	18.03	Boeing 737-800NG
125	94.7	18.07	ATR 72
126	93	18.12	Airbus A320-200
127	94.5	18.19	Airbus A320-201
128	95.5	18.22	Boeing 737-900ER
129	94.4	18.26	Airbus A320-200
130	97.9	18.30	Boeing 737-800NG
131	95.1	18.36	Boeing 737-800NG
132	93.5	18.39	Boeing 737-900ER
133	97.3	18.47	Boeing 737-900ER
134	94.9	19.00	Boeing 737-900ER
135	95.6	19.06	Boeing 737-800NG
136	98.9	19.15	Boeing 737-500
137	93.6	19.19	Airbus A320-200
138	94.4	19.21	Airbus A320-201
139	96.1	19.27	Boeing 737-800NG
140	93.9	19.30	Airbus A320-200
141	94.8	19.36	Airbus A320-200
142	98.2	19.43	Boeing 737-800NG
143	96.3	19.52	Boeing 737-800NG
144	95.8	19.57	Airbus A320-200
145	96.7	20.02	Boeing 737-900ER

146	96	20. 15	Boeing 737-900ER
147	94.7	20. 20	Airbus A320-200
148	93.3	20. 23	Boeing 737-900ER
149	94.1	20. 25	Boeing 737-500
150	90.6	20. 28	CJR1000
151	97.1	20. 32	Boeing 737-800NG
152	96	20. 44	Tidak Diketahui
153	98.6	20. 49	Airbus A330-300
154	97.5	20. 51	Boeing 737-800NG
155	96.7	20. 57	Boeing 737-800NG
156	94.4	21.01	Airbus A320-200
157	93.4	21.05	Airbus A320-200
158	96	21.09	Boeing 737-500
159	95.5	21.13	Boeing 737-800NG
160	95.4	21.17	Boeing 737-900ER
161	97.7	21.22	Boeing 737-800NG
162	94.3	21.26	Airbus A320-200
163	95.4	21.32	Boeing 737-500
164	96.6	21.37	Boeing 737-900ER
165	94.2	21. 42	Airbus A320-200
166	96.6	21.49	Tidak Diketahui
167	92.9	21.54	Airbus A320-200
168	97	22. 01	Boeing 737-500
169	95.5	22.31	Tidak Diketahui

Tabel 2 Hasil Pengukuran Hari ke-2 untuk WECPNL

NO	TTB	Waktu	Jenis Pesawat
1	99.2	06. 11	Boeing 737-900ER
2	94.2	06. 14	Boeing 737-800NG
3	98.7	06. 19	Tidak Diketahui

4	96.8	06. 23	Boeing 737-900ER
5	97	06. 48	Airbus A320-200
6	98.2	06. 52	Boeing 737-900ER
7	97.9	06. 55	Boeing 737-800NG
8	92.9	06. 59	Boeing 737-800NG
9	96.6	07. 03	Boeing 737-900ER
10	95.7	07. 06	boeing 737-500
11	95.2	07. 10	Boeing 737-900ER
12	97.8	07. 14	Boeing 737-900ER
13	97.5	07. 17	Boeing 737-900ER
14	97.6	07. 20	Boeing 737-900ER
15	98.2	07. 26	Boeing 737-900ER
16	92.1	07. 29	ATR 72
17	96.5	07. 32	Boeing 737-800NG
18	96.3	07. 35	Airbus A320-200
19	92.8	07. 40	Boeing 737-800NG
20	97.7	07. 49	Boeing 737-900ER
21	90.7	07. 56	CJR1000
22	96.7	08. 00	Boeing 737-900ER
23	100.4	08. 05	boeing 747-400
24	98.9	08. 09	Boeing 737-800NG
25	93.2	08. 16	Airbus A320-200
26	97.8	08. 20	Boeing 737-900ER
27	94.7	08. 26	Boeing 737-800NG
28	91.6	08. 30	Boeing 737-800NG
29	96.3	08. 56	Boeing 737-900ER
30	99.1	09. 04	Airbus A330-300
31	95.9	09. 16	Boeing 737-800NG
32	96.6	09. 26	Airbus A320-200
33	93.1	09. 30	Airbus A320-200

34	95.8	09. 37	Boeing 737-800NG
35	92.7	09. 41	Tidak Diketahui
36	89.9	09. 43	ATR 72
37	97.8	09. 47	Boeing 737-500
38	92.9	09. 49	Boeing 737-900ER
39	97	09. 52	Boeing 737-500
40	85	09. 54	Tidak Diketahui
41	95.8	09. 56	Boeing 737-500
42	93.4	09. 59	Airbus A320-200
43	95.5	10. 01	Boeing 737-900ER
44	75	10. 04	Tidak Diketahui
45	100	10. 07	boeing 747-400
46	92.1	10. 09	Boeing 737-800NG
47	93.2	10. 16	Boeing 737-800NG
48	95.7	10. 19	Boeing 737-900ER
49	95.9	10. 23	Boeing 737-900ER
50	97.4	10. 27	Boeing 737-900ER
51	93.6	10. 27	Boeing 737-800NG
52	93.9	10. 30	Boeing 737-800NG
53	99.4	10.34	Boeing 737-500
54	91.4	10. 37	Airbus A320-200
55	98.5	10. 40	Boeing 737-800NG
56	93.4	10.44	Airbus A320-200
57	90.9	10.49	Boeing 737-800NG
58	89.3	10.52	ATR 72
59	89.8	10.56	Boeing 737-800NG
60	96.8	10.59	Boeing 737-900ER
61	93.1	11.04	Airbus A320-200
62	93.2	11.06	Airbus A320-200
63	97.6	11.08	Boeing 737-900ER

64	87.4	11.14	Tidak Diketahui
65	96.6	11.18	Boeing 737-900ER
66	93.7	11.21	Airbus A320-200
67	95.1	11.24	Boeing 737-900ER
68	90.8	11.48	ATR 72
69	95.3	11.51	Airbus A320-200
70	97.1	11.55	Boeing 737-900ER
71	94.3	11.58	Airbus A320-200
72	95.4	12.01	Boeing 737-800NG
73	98.4	12.04	Boeing 737-900ER
74	94	12.08	Airbus A320-200
75	99.9	12.11	Boeing 737-900ER
76	95.9	12.14	Airbus A320-200
77	97.9	12.18	Boeing 737-800NG
78	94.2	12.21	Boeing 737-900ER
79	96.6	12.26	Boeing 737-900ER
80	97.6	12.31	Boeing 737-800NG
81	87.8	12.34	Tidak Diketahui
82	101.6	12.45	Boeing 737-800NG
83	95	12.49	Airbus A320-200
84	95.2	12.52	Boeing 737-800NG
85	95.8	13.00	Airbus A320-200
86	96	13.24	Boeing 737-900ER
87	95.4	13.28	Airbus A320-200
88	96	13.48	Boeing 737-800NG
89	91	13.51	Boeing 737-800NG
90	91.9	13.56	ATR 72
91	98.3	13.59	Boeing 737-500
92	97.7	14.01	Boeing 737-800NG
93	97.2	14.05	Airbus A320-200

94	100.4	14.09	Boeing 737-800NG
95	97.2	14.29	Boeing 737-500
96	96.8	14.44	Boeing 737-800NG
97	95.9	14.52	Boeing 737-800NG
98	97.8	14.55	Boeing 737-500
99	92.9	14.59	Boeing 737-800NG
100	98.4	15.02	Boeing 737-900ER
101	94.3	15.05	Airbus A320-200
102	95	15.11	Boeing 737-900ER
103	98.7	15.18	Boeing 737-900ER
104	96.5	15.23	Boeing 737-500
105	95.5	15.26	Tidak Diketahui
106	97.7	15.31	Boeing 737-500
107	96.3	15.35	Boeing 737-500
108	95	15.42	Boeing 737-800NG
109	93.5	15.46	Airbus A320-200
110	98.7	16.02	Boeing 737-800NG
111	93.3	16.11	Airbus A320-200
112	95.7	16.16	Boeing 737-500
113	93.6	16.21	Airbus A320-200
114	94.9	16.24	Boeing 737-800NG
115	93.3	16.29	Airbus A320-200
116	94.7	16.36	Boeing 737-900ER
117	94.4	16.48	Boeing 737-800NG
118	95.8	16.52	Boeing 737-500
119	96.6	16.59	Boeing 737-800NG
120	95.2	17.03	Boeing 737-900ER
121	97.6	17.05	Boeing 737-800NG
122	89.5	17.12	ATR 72
123	94.9	17.15	Boeing 737-900ER

124	95	17.24	Airbus A320-200
125	93.8	17.45	Airbus A320-200
126	98.9	17.54	Boeing 737-500
127	94.6	18.02	Boeing 737-900ER
128	95.7	18.09	Airbus A320-200
129	95	18.13	Boeing 737-800NG
130	97.4	18.19	Boeing 737-500
131	96.6	18.23	Boeing 737-900ER
132	94.4	18.30	Boeing 737-900ER
133	95.9	18.35	Boeing 737-500
134	96	18.53	Tidak Diketahui
135	90.4	19.00	ATR 72
136	95.5	19.29	Boeing 737-900ER
137	98.4	19.32	Boeing 737-800NG
138	98	19.37	Boeing 737-800NG
139	92.4	19.43	Boeing 737-800NG
140	97.4	19.59	Boeing 737-900ER
141	99.2	20.07	Tidak Diketahui
142	88.4	20.22	ATR 72
143	93.9	20.26	Airbus A320-200
144	94.6	20.30	Boeing 737-800NG
145	96.5	20.33	Boeing 737-500
146	92.9	20.35	Tidak Diketahui
147	93	20.39	Airbus A320-200
148	94.6	20.42	Airbus A320-200
149	99.5	20.46	Boeing 737-800NG
150	97	20.49	Boeing 737-500
151	94.6	20.53	Boeing 737-500
152	95.1	21.09	Boeing 737-800NG

153	95.6	21.13	Boeing 737-800NG
154	94	21. 20	Airbus A320-200
155	93.3	21. 23	Airbus A320-200
156	92	21. 26	CJR1000
157	95.5	21. 30	Boeing 737-900ER
158	93.3	21. 35	Airbus A320-200
159	94.4	21. 39	Boeing 737-800NG
160	98.8	21. 42	Boeing 737-500
161	94.6	21. 46	Boeing 737-900ER
162	96.6	21. 51	Boeing 737-800NG
163	94.9	21. 56	Airbus A320-200
164	94.4	21. 59	Airbus A320-201
165	97	22. 00	Boeing 737-900ER
166	94.3	22. 01	Airbus A320-200
167	95.6	22.15	Airbus A320-200

Tabel 3 Hasil Pengukuran Hari ke-3 untuk WECPNL

N0	TTB	Waktu	Jenis Pesawat
1	96.2	06. 08	Boeing 737-900ER
2	97	06. 12	Boeing 737-500
3	95.7	06. 29	Boeing 737-900ER
4	96	06. 37	Boeing 737-900ER
5	97.2	06. 43	Boeing 737-800NG
6	94.3	06. 53	Boeing 737-900ER
7	97.8	06. 57	Boeing 737-800NG
8	98.3	07. 00	Boeing 737-900ER
9	93.8	07. 04	Boeing 737-800NG
10	87.8	07. 07	ATR 72
11	97.1	07. 10	Boeing 737-900ER

12	96.5	07. 14	Boeing 737-900ER
13	93.6	07. 17	Boeing 737-900ER
14	95.2	07. 20	Boeing 737-900ER
15	99.6	07. 24	Boeing 737-800NG
16	98.4	07. 27	Boeing 737-800NG
17	96.7	07. 34	Boeing 737-800NG
18	99.3	07. 39	Boeing 737-900ER
19	97.2	07. 42	Boeing 737-500
20	91.2	07. 45	CJR1000
21	97	07. 49	Boeing 737-900ER
22	96.4	07. 55	Boeing 737-800NG
23	96.8	07. 59	Airbus A320-200
24	89.2	08. 07	ATR 72
25	97.2	08. 12	Boeing 737-900ER
26	82.2	08. 39	Boeing 737-900ER
27	97.4	08. 42	Boeing 737-900ER
28	82.2	08. 44	Tidak Diketahui
29	94.4	08. 46	Airbus A320-200
30	98.8	08. 49	Boeing 737-900ER
31	97.2	08. 54	Boeing 737-800NG
32	101.3	08. 58	Airbus A330-300
33	95.4	09. 06	Boeing 737-800NG
34	96	09. 28	Boeing 737-900ER
35	94.8	09. 31	Boeing 737-900ER
36	97.4	09. 33	Boeing 737-900ER
37	91.9	09. 37	ATR 72
38	98.5	09. 40	Boeing 737-500
39	86.2	09. 42	Tidak Diketahui
40	97.6	09. 46	Boeing 737-500
41	96.5	09. 49	Boeing 737-500

42	94.7	09. 52	Airbus A320-200
43	98.6	09. 55	Boeing 737-800NG
44	90.5	10. 00	ATR 72
45	97.3	10. 02	Boeing 737-500
46	89	10. 09	ATR 72
47	95.1	10. 12	Boeing 737-800NG
48	94.6	10. 16	Boeing 737-900ER
49	97.2	10. 20	Boeing 737-900ER
50	95.8	10. 23	Boeing 737-800NG
51	96.4	10. 26	Boeing 737-900ER
52	97.5	10. 30	Boeing 737-800NG
53	88.5	10. 40	ATR 72
54	97.8	11. 01	Boeing 737-900ER
55	96.9	11. 08	Boeing 737-900ER
56	95.2	11.12	Airbus A320-200
57	95.9	11. 15	Airbus A320-200
58	98.1	11.19	Tidak Diketahui
59	97.5	11.45	Boeing 737-800NG
60	98.2	11.48	Boeing 737-800NG
61	92.9	11.52	Airbus A320-200
62	98.9	11.55	Boeing 737-900ER
63	89.6	11.58	Tidak Diketahui
64	97.7	12.02	Boeing 737-900ER
65	96.6	12.05	Airbus A320-200
66	95.7	12.08	Tidak Diketahui
67	96.1	12.14	Boeing 737-900ER
68	89.9	12.18	ATR 72
69	93.8	12.22	Airbus A320-200
70	106.3	12.23	Boeing 747-400
71	96.9	12.28	Boeing 737-800NG

72	93.1	12.31	Boeing 737-900ER
73	98.7	12.34	Boeing 737-900ER
74	97.9	12.38	Airbus A320-200
75	97.3	12.41	Boeing 737-900ER
76	94.6	12.45	Boeing 737-800NG
77	93.4	12.48	Boeing 737-900ER
78	88.7	12.49	ATR 72
79	91.1	12.55	ATR 72
80	96.7	13.16	Airbus A320-200
81	94.7	13. 20	Boeing 737-900ER
82	97.4	14. 04	Boeing 737-900ER
83	88.7	14. 08	ATR 72
84	99.1	14. 10	Boeing 737-800NG
85	93.2	14.13	Airbus A320-200
86	96.5	14.17	Boeing 737-800NG
87	98.5	14. 20	Boeing 737-900ER
88	92.9	14. 45	Airbus A320-200
89	95.3	14. 50	Boeing 737-900ER
90	90	14. 53	Tidak Diketahui
91	94.5	14. 58	Boeing 737-900ER
92	96.6	15. 01	Boeing 737-500
93	96.4	15. 04	Boeing 737-900ER
94	89.5	15.09	ATR 72
95	94.4	15.12	Tidak Diketahui
96	94	15.18	Airbus A320-200
97	96.2	15.22	Boeing 737-800NG
98	100.1	15.25	Boeing 737-400
99	91.9	15.32	CJR1000
100	90.3	15. 40	ATR 72
101	94.5	16.06	Boeing 737-900ER

102	95.5	16. 12	Boeing 737-900ER
103	90.4	16.22	ATR 72
104	93.4	16. 26	Airbus A320-200
105	98	16. 31	Boeing 737-500
106	90.3	16.39	ATR 72
107	96.6	16.45	Boeing 737-500
108	95.1	16.51	Boeing 737-900ER
109	94.2	16.56	Boeing 737-900ER
110	90.4	17.01	ATR 72
111	93.4	17. 10	Boeing 737-900ER
112	89.2	17.15	ATR 72
113	91.3	17.24	CJR1000
114	96	17.45	Airbus A320-200
115	94.6	17.49	Airbus A320-200
116	96.6	17.56	Boeing 737-500
117	85.5	18.01	Tidak Diketahui
118	93.8	18. 10	Boeing 737-900ER
119	93.3	18.13	Airbus A320-200
120	95.4	18.19	Boeing 737-800NG
121	94.7	18.22	Boeing 737-800NG
122	96.4	18. 30	Airbus A320-200
123	94.2	18. 35	Boeing 737-900ER
124	95.2	18.52	Airbus A320-200
125	94	19.03	Boeing 737-900ER
126	95.2	19.09	Boeing 737-900ER
127	94.1	19.12	Airbus A320-200
128	95.1	19.17	Boeing 737-800NG
129	93	19.26	Airbus A320-200
130	95.2	19.31	Airbus A320-200
131	95.1	19.36	Boeing 737-500

132	96.3	19.41	Boeing 737-800NG
133	95.8	19.44	Boeing 737-800NG
134	97.9	19.48	Boeing 737-800NG
135	99.3	19.52	Tidak Diketahui
136	101.6	20.05	Boeing 737-500
137	99.5	20.09	Boeing 737-900ER
138	98.9	20.12	Boeing 737-500
139	93.7	20.16	Airbus A320-201
140	95.5	20.21	Airbus A320-202
141	92.5	20.38	Airbus A320-203
142	95.1	20.47	Airbus A320-204
143	99.5	20.09	Boeing 737-900ER
144	98.9	20.12	Boeing 737-500
145	93.7	20.16	Airbus A320-201
146	95.5	20.21	Airbus A320-202
147	92.5	20.38	Airbus A320-203
148	95.1	20.47	Airbus A320-204
149	93.2	20.54	Boeing 737-500
150	93.2	21.02	Boeing 737-900ER
151	96	21.09	Boeing 737-500
152	93	21.12	Boeing 737-800NG
153	94.8	21.15	Boeing 737-900ER
154	97.9	21.17	Boeing 737-900ER
155	95.8	21.22	Airbus A320-200
156	97.9	21.25	Boeing 737-800NG
157	93.5	21.29	Airbus A320-200
158	94.4	21.38	Boeing 737-800NG
159	97	21.45	Boeing 737-800NG
160	95.3	21. 50	Boeing 737-900ER
161	93.4	21. 56	Airbus A320-200

162	95.4	21.59	Tidak Diketahui
163	95.4	22.01	Boeing 737-800NG
164	95	22.14	Airbus A320-200
165	94.1	23.14	Boeing 737-800NG

Tabel 4 Hasil Pengukuran Hari ke-4 untuk WECPNL

N0	dB	waktu	jenis pesawat
1	93.3	06. 05	Boeing 737-800NG
2	96.3	06. 11	Boeing 737-900ER
3	95.7	06. 16	Boeing 737-800NG
4	95.1	06. 20	Boeing 737-900ER
5	96.6	06. 30	Boeing 737-500
6	94.3	06. 44	Boeing 737-900ER
7	96.2	06. 47	Boeing 737-900ER
8	93.2	06. 51	Airbus A320-201
9	92.3	06. 54	Boeing 737-800NG
10	97.4	06. 57	Boeing 737-800NG
11	96.2	06. 59	Boeing 737-900ER
12	95.8	07. 04	Boeing 737-500
13	94.4	07. 06	Boeing 737-900ER
14	94.1	07. 10	Boeing 737-800NG
15	97	07. 12	Boeing 737-900ER
16	96.1	07. 38	Boeing 737-800NG
17	92.5	07. 48	CJR1000
18	95.1	07. 58	Boeing 737-800NG
19	97.3	08. 08	Boeing 737-800NG
20	87	08. 11	ATR 72
21	95.1	08. 14	Boeing 737-900ER
22	94.6	08. 30	Boeing 737-800NG

23	97.1	08. 47	Boeing 737-900ER
24	96.4	08. 54	Boeing 737-900ER
25	100.9	08. 58	Airbus A330-300
26	93.5	09. 06	Boeing 737-800NG
27	96.4	09. 09	Boeing 737-800NG
28	96.6	09. 13	Boeing 737-800NG
29	93.8	09. 16	Tidak Diketahui
30	93.8	09. 20	Boeing 737-800NG
31	92.1	09. 24	Tidak Diketahui
32	97.5	09. 26	Boeing 737-500
33	86	09. 32	Tidak Diketahui
34	89.8	09. 35	ATR 72
35	96.4	09. 40	Boeing 737-500
36	94.6	09. 43	Boeing 737-900ER
37	95.3	09. 46	Boeing 737-800NG
38	93.1	09. 50	Boeing 737-800NG
39	93.4	09. 53	Boeing 737-900ER
40	91.7	09. 57	Airbus A320-201
41	88.4	10. 09	ATR 72
42	99.4	10.12	Boeing 737-900ER
43	86.1	10.17	Tidak Diketahui
44	93.7	10. 20	Boeing 737-900ER
45	98.1	10.24	Boeing 737-500
46	98.8	10.27	Boeing 737-900ER
47	96.2	10.31	Boeing 737-800NG
48	93	10.34	Boeing 737-800NG
49	97.3	10. 37	Boeing 737-800NG
50	96.6	10. 41	Airbus A320-201
51	88.4	10. 44	Tidak Diketahui
52	101	10. 46	Boeing 737-500

53	96	10.49	Boeing 737-800NG
54	88.8	10. 58	Airbus A320-201
55	89.8	11. 00	Boeing 737-800NG
56	96.5	11. 08	ATR 72
57	96.5	11.11	Airbus A320-201
58	95.6	12.21	Boeing 737-900ER
59	94.1	12.23	Airbus A320-201
60	95.2	12.35	Boeing 737-800NG
61	94.9	13. 02	Boeing 737-900ER
62	99.2	13. 07	Boeing 737-800NG
63	103.2	13. 15	Boeing 747-400
64	92.8	13. 18	ATR 72
65	98.1	13. 27	Airbus A320-201
66	97.1	13. 31	Boeing 737-900ER
67	97.7	13. 39	Boeing 737-900ER
68	92.1	13. 50	Boeing 737-800NG
69	97.5	13.54	Boeing 737-800NG
70	97.3	13.57	Boeing 737-500
71	95.5	14.03	Boeing 737-800NG
72	93.7	14.09	Boeing 737-800NG
73	96.4	14. 11	Boeing 737-900ER
74	91.5	14.14	CJR1000
75	95.8	14.17	Boeing 737-800NG
76	94	14. 21	Boeing 737-800NG
77	90.3	14. 25	ATR 72
78	94.4	14. 32	Boeing 737-900ER
79	93.8	14. 36	Boeing 737-900ER
80	95.8	14. 40	Airbus A320-200
81	85.6	15. 01	Tidak Diketahui
82	94.1	15. 04	Boeing 737-900ER

83	97.5	15.09	Boeing 737-900ER
84	94.1	15.18	Airbus A320-200
85	89.5	15.22	ATR 72
86	96.6	15.25	Boeing 737-900ER
87	96.3	15.32	Airbus A320-200
88	93.4	15. 40	Airbus A320-200
89	94.2	16.06	Airbus A320-200
90	88.4	16. 12	ATR 72
91	94.4	16.15	Boeing 737-800NG
92	92.4	16. 20	CJR1000
93	93.2	16.22	Boeing 737-900ER
94	94.5	16.24	Airbus A320-200
95	92.5	16.31	CJR1000
96	97.5	16.35	Boeing 737-800NG
97	90	16.38	ATR 72
98	101.2	16.42	Airbus A340-400
99	93.4	16.52	Airbus A320-200
100	95	16.54	Boeing 737-900ER
101	97.9	17. 00	Boeing 737-900ER
102	95.2	17.07	Boeing 737-900ER
103	94.7	17. 10	Airbus A320-200
104	97.7	17.15	Boeing 737-500
105	95.8	17.24	Boeing 737-900ER
106	91.9	17.45	CJR1000
107	95.5	17.49	Boeing 737-800NG
108	94.8	17.56	Boeing 737-900ER
109	91.3	18.01	ATR 72
110	87.3	18. 10	Tidak Diketahui
111	97.4	18.13	Boeing 737-800NG
112	93.4	18.19	Airbus A320-200

113	95.1	18.22	Boeing 737-900ER
114	98.1	18.27	Boeing 737-800NG
115	95.9	18. 30	Boeing 737-900ER
116	94.3	18. 32	Airbus A320-200
117	93.1	18.52	Boeing 737-500
118	94	18.56	Boeing 737-900ER
119	89.6	19.02	ATR 72
120	96.3	19.05	Boeing 737-800NG
121	93.5	19.11	Boeing 737-900ER
122	96	19.18	Boeing 737-900ER
123	93.3	19.26	Airbus A320-200
124	94.3	19.29	Boeing 737-500
125	95.6	19.32	Boeing 737-800NG
126	89.9	19.35	ATR 72
127	92.2	19.39	Airbus A320-201
128	95.3	19.42	Airbus A320-201
129	98.2	19.46	Boeing 737-900ER
130	90.2	19. 50	ATR 72
131	96.4	19.52	Boeing 737-800NG
132	95.4	19.56	Boeing 737-900ER
133	93.4	19.59	Boeing 737-800NG
134	96.7	20. 08	Boeing 737-900ER
135	95.8	20. 17	Boeing 737-800NG
136	94	20. 26	Airbus A320-201
137	96.4	20. 30	Airbus A320-201
138	95.6	20. 34	Airbus A320-201
139	95.9	20. 37	Airbus A320-201
`140	95.7	20. 41	Boeing 737-500
141	88.4	20. 44	Tidak Diketahui

142	96.7	20.47	Airbus A320-201
143	102.3	20.52	Boeing 737-500
144	98.4	20.55	Boeing 737-800NG
145	96.2	20.59	Boeing 737-900ER
146	97.1	21.02	Boeing 737-800NG
147	98.1	21.05	Boeing 737-500
148	95.3	21.08	Boeing 737-900ER
149	96.4	21.16	Boeing 737-800NG
150	97	21.20	Boeing 737-900ER
151	94.2	21.23	Airbus A320-200
152	95.1	21.26	Boeing 737-500
153	97.7	21.31	Boeing 737-800NG
154	93.3	21.40	Boeing 737-900ER
155	94	21.46	Tidak Diketahui
156	95.2	21.51	Boeing 737-800NG
157	95.3	22.01	Boeing 737-900ER
158	93	22.30	Airbus A320-200
159	96.4	22.45	Boeing 737-800NG
160	94.5	22.49	Tidak Diketahui

Tabel 5 Hasil Pengukuran Hari ke-5 untuk WECPNL

NO	dB	Waktu	Jenis Pesawat
1	95.5	06.03	Boeing 737-800NG
2	97.2	06.08	Boeing 737-800NG
3	94.9	06.15	Airbus A320-200
4	95.5	06.21	Boeing 737-800NG
5	96.1	06.23	Boeing 737-900ER
6	93.2	06.30	Boeing 737-900ER
7	95.5	06.35	Boeing 737-800NG

8	97.1	06. 42	Boeing 737-900ER
9	95.5	06. 45	Boeing 737-900ER
10	97.1	06. 49	Boeing 737-800NG
11	96.1	06. 52	Airbus A320-200
12	93.1	06. 55	Boeing 737-800NG
13	97.5	06. 58	Boeing 737-900ER
14	91.1	07. 02	ATR 72
15	95.7	07. 04	Boeing 737-900ER
16	98	07. 07	Boeing 737-500
17	89.2	07. 10	ATR 72
18	96.8	07. 14	Boeing 737-900ER
19	98.7	07. 23	Boeing 737-900ER
20	93.2	07. 29	Boeing 737-800NG
21	96.6	07. 38	Boeing 737-900ER
22	94.8	07. 47	Boeing 737-800NG
23	98.6	07. 51	Boeing 737-900ER
24	92.5	08. 03	Boeing 737-800NG
25	97.2	08. 18	Boeing 737-800NG
26	97.9	08. 24	Boeing 737-900ER
27	94	08. 30	Airbus A320-200
28	85.9	08. 49	Boeing 737-800NG
29	97.7	08. 53	Boeing 737-900ER
30	96.4	08. 57	Boeing 737-900ER
31	96	09. 01	Airbus A320-200
32	95.9	09. 08	Boeing 737-900ER
33	97.5	09. 12	Boeing 737-900ER
34	95.4	09. 15	Airbus A320-200
35	101.3	09. 20	Airbus A330-300
36	97.8	09. 23	Boeing 737-501
37	98.3	09. 26	Boeing 737-502

38	93.9	09. 32	Boeing 737-800NG
39	97.1	09. 41	Boeing 737-900ER
40	98.4	09. 47	Boeing 737-500
41	92.5	09. 52	Airbus A320-200
42	98.2	09. 57	Boeing 737-900ER
43	97.1	10. 00	Boeing 737-900ER
44	95.5	10. 14	Airbus A320-200
45	95.9	10. 17	Airbus A320-200
46	95.6	10. 20	Boeing 737-900ER
47	98.5	10. 26	Boeing 737-800NG
48	105.4	10. 29	Airbus A330-300
49	92.9	10. 33	Boeing 737-800NG
50	94.4	10. 38	Boeing 737-800NG
51	92.4	10. 42	Boeing 737-800NG
52	96.7	10. 48	Tidak Diketahui
53	95.8	10. 56	Boeing 737-800NG
54	90.3	11. 00	ATR 72
55	93.5	11. 04	Airbus A320-200
56	93.2	11. 08	Boeing 737-800NG
57	89.4	11. 15	ATR 72
58	93	11.18	Airbus A320-200
59	90	11.44	Boeing 737-800NG
60	94.6	11.51	Airbus A320-200
61	98.5	11.54	Boeing 737-900ER
62	95.3	11.59	Boeing 737-900ER
63	95.1	12. 05	Airbus A320-200
64	97.7	12. 08	Boeing 737-900ER
65	93.2	12. 12	Boeing 737-900ER
66	98.9	12.15	Boeing 737-800NG
67	98.3	12.19	Airbus A320-200

68	88.7	12.24	ATR 72
69	97.5	12.27	Airbus A320-200
70	93.9	12.32	Boeing 737-900ER
71	98.3	12.35	Boeing 737-800NG
72	97.5	12.40	Boeing 737-500
73	90.3	12.43	ATR 72
74	97.9	12.52	Boeing 737-800NG
75	93	13.10	Airbus A320-200
76	91.9	13.19	Boeing 737-800NG
77	93.2	13.22	Airbus A320-200
78	96.2	13.27	Boeing 737-900ER
79	96.6	13.32	Boeing 737-900ER
80	94.4	13.36	Boeing 737-900ER
81	92.9	13.39	Airbus A320-200
82	100	13.43	Boeing 737-500
83	93.1	13.49	Tidak Diketahui
84	97.4	13.53	Boeing 737-900ER
85	95.5	14.10	Boeing 737-900ER
86	88.6	14.16	ATR 72
87	94.7	14.19	Boeing 737-800NG
88	93.5	14.23	Boeing 737-800NG
89	94	14.49	Boeing 737-800NG
90	95.1	14.54	Boeing 737-800NG
91	89.2	15.00	ATR 72
92	94.3	15.02	Airbus A320-200
93	95.1	15.09	Boeing 737-800NG
94	92.3	15.11	CJR1000
95	94.5	15.16	Boeing 737-900ER
96	98.7	15.19	Boeing 737-400
97	94	15.22	Boeing 737-800NG

98	94.8	15.29	Boeing 737-900ER
99	92.1	15.35	CJR1000
100	95.8	15.40	Boeing 737-800NG
101	94.7	15.44	Boeing 737-800NG
102	94.7	15.51	Airbus A320-200
103	94.9	15.59	Boeing 737-900ER
104	93.3	16.32	Airbus A320-200
105	92.5	16.34	CJR1000
106	94.3	16.40	Airbus A320-200
107	92.1	16.43	CJR1000
108	95.5	16.49	Boeing 737-800NG
109	89.8	16.55	ATR 72
110	94.5	17.04	Boeing 737-800NG
111	95.6	17.12	Boeing 737-800NG
112	97.7	17.17	Boeing 737-900ER
113	94.7	17.23	Boeing 737-900ER
114	96.6	17.45	Boeing 737-800NG
115	93.5	17.48	Airbus A320-200
116	96	17.53	Boeing 737-900ER
117	89.9	17.57	ATR 72
118	93.6	18.00	Airbus A320-200
119	94.6	18.11	Airbus A320-200
120	95.8	18.14	Airbus A320-200
121	89.8	18.20	ATR 72
122	97.1	18.29	Boeing 737-800NG
123	94.4	18.35	Airbus A320-200
124	94.2	18.38	Airbus A320-200
125	88.4	18.55	ATR 72
126	94.4	18.59	Boeing 737-800NG
127	95.2	19.02	Boeing 737-800NG

128	92.4	19.09	CJR1000
129	94.6	19.15	Boeing 737-800NG
130	96.5	19.22	Boeing 737-800NG
131	95.7	19.25	Boeing 737-500
132	93.3	19.29	Airbus A320-200
133	93.5	19.34	Boeing 737-800NG
134	101.5	19.40	Boeing 737-500
135	96.1	19.48	Airbus A320-200
136	96	19.55	Boeing 737-800NG
137	96.2	19.59	Boeing 737-900ER
138	93.1	20.03	Boeing 737-900ER
139	95.6	20.07	Airbus A320-200
140	91.6	20.12	ATR 72
141	92.6	20.16	Boeing 737-800NG
142	94.9	20.19	Airbus A320-200
143	101.6	20.23	Boeing 737-500
144	91	20.26	Airbus A320-200
145	93.3	20.34	Airbus A320-200
146	95.2	20.38	Airbus A320-200
147	96.1	20.42	Boeing 737-800NG
148	90.4	20.47	ATR 72
149	99.4	20.50	Boeing 737-500
150	93.1	20.54	Airbus A320-200
151	97	20.58	Boeing 737-800NG
152	96.2	21.02	Airbus A320-200
153	93.5	21.04	Airbus A320-200
154	94.9	21.11	Tidak Diketahui
155	94.5	21.21	Boeing 737-800NG
156	96.3	21.25	Boeing 737-800NG
157	94.1	21.32	Airbus A320-199

158	93.3	21.35	Airbus A320-200
159	95.9	21.39	Boeing 737-800NG
160	97.2	21.45	Boeing 737-900ER
161	94.6	21.49	Boeing 737-900ER
162	94.1	21.53	Boeing 737-800NG
163	98	21.57	Boeing 737-500
164	93.3	22.02	Airbus A320-200
165	97	22.16	Boeing 737-900ER

Tabel 6 Hasil Pengukuran Hari ke-6 untuk WECPNL

N0	dB	Waktu	Jenis Pesawat
1	94	06. 03	Boeing 737-900ER
2	93.3	06. 08	Boeing 737-800NG
3	94.6	06. 12	Boeing 737-800NG
4	95.8	06. 18	Airbus A320-200
5	95.1	06. 22	Boeing 737-900ER
6	97	06. 27	Boeing 737-500
7	95.9	06. 32	Airbus A320-200
8	96.3	06. 38	Boeing 737-800NG
9	94.2	06. 45	Boeing 737-900ER
10	93	06. 50	Airbus A320-200
11	95.5	06. 56	Boeing 737-800NG
12	95.5	07. 01	Boeing 737-900ER
13	96.3	07. 06	Boeing 737-900ER
14	95.1	07. 15	Boeing 737-900ER
15	93.3	07. 23	Airbus A320-200
16	96.4	07. 29	Boeing 737-800NG
17	94	07. 38	Boeing 737-800NG
18	93.5	07. 47	Boeing 737-800NG

19	94	07. 51	Boeing 737-900ER
20	95.7	08. 03	Boeing 737-900ER
21	93.7	08. 18	Airbus A320-200
22	97.6	08. 24	Boeing 737-900ER
23	93.6	08. 30	Airbus A320-200
24	89.7	08. 49	Boeing 737-800NG
25	95.7	08. 53	Boeing 737-800NG
26	97.1	08. 57	Boeing 737-900ER
27	96.7	09. 01	Boeing 737-900ER
28	94	09. 08	Boeing 737-900ER
29	100.3	09. 12	Airbus A330_300
30	95.3	09. 15	Boeing 737-900ER
31	98.1	09. 20	Boeing 737-900ER
32	93.8	09. 23	Airbus A320-200
33	97.4	09. 26	Boeing 737-500
34	92.7	09. 32	Airbus A320-200
35	89.2	09. 41	ATR 72
36	94.3	09. 47	Airbus A320-200
37	93.7	09. 52	Boeing 737-500
38	95.8	09. 57	Boeing 737-800NG
39	99.7	10. 00	Tidak Diketahui
40	95.4	10. 14	Boeing 737-800NG
41	95.6	10. 17	Boeing 737-900ER
42	96.7	10. 20	Boeing 737-900ER
43	100.3	10. 26	Boeing 737-500
44	95.4	10. 29	Airbu A320-200
45	98.1	10. 33	Boeing 737-900ER
46	94.7	10. 38	Boeing 737-900ER
47	95.1	10. 42	Boeing 737-900ER
48	94.3	10. 48	Boeing 737-800NG

49	93.5	10. 56	Boeing 737-800NG
50	93.5	11. 00	Airbus A320-200
51	93.4	11. 04	Boeing 737-800NG
52	94.1	11. 08	Airbus A320-200
53	93.2	11. 11	Airbus A320-201
54	96.7	11.19	Airbus A320-202
55	93.4	11.22	Airbus A320-200
56	94.4	11.37	Boeing 737-900ER
57	96.4	11.41	Boeing 737-800NG
58	95	11.45	Airbus A320-200
59	95.5	11.48	Boeing 737-800NG
60	93.7	11.52	Airbus A320-200
61	89.2	11.56	ATR 72
62	93.4	12. 00	Boeing 737-900ER
63	94	12. 03	Airbus A320-200
64	93	12. 07	Airbus A320-200
65	90.2	12. 11	ATR 72
66	93.9	12. 15	Boeing 737-900ER
67	92.7	12. 19	Boeing 737-900ER
68	93.7	12. 24	Tidak Diketahui
69	95.9	12. 34	Boeing 737-800NG
70	96.2	12. 39	Boeing 737-900ER
71	99.3	13. 25	Airbus A320-200
72	99.1	13. 28	Boeing 737-900ER
73	95.1	13. 41	Boeing 737-800NG
74	93.2	13. 47	Boeing 737-800NG
75	98.1	14. 00	Airbus A320-200
76	96.5	14. 03	Boeing 737-900ER
77	95.6	14. 07	Boeing 737-800NG
78	97.7	14. 10	Boeing 737-500

79	95.6	14.14	Boeing 737-800NG
80	96.9	14.17	Boeing 737-900ER
81	94	14.20	Boeing 737-800NG
82	89.1	14.25	ATR 72
83	95.2	14.29	Boeing 737-900ER
84	94.3	14.46	Airbus A320-200
85	95.5	14.49	Airbus A320-200
86	96.5	14.53	Boeing 737-500
87	89.1	14.59	ATR 72
88	94.5	15.01	Airbus A320-200
89	95	15.06	Boeing 737-800NG
90	91.1	15.12	ATR 72
91	92.3	15.16	CJR1000
92	95.9	15.21	Boeing 737-900ER
93	94.4	15.28	Boeing 737-900ER
94	99.4	15.34	Boeing 737-800NG
95	94	15.39	Airbus A320-200
96	95.8	15.42	Boeing 737-900ER
97	94.4	15.48	Airbus A320-200
98	95.1	15.55	Boeing 737-900ER
99	93.8	16.00	Airbus A320-200
100	96.7	16.03	Boeing 737-800NG
101	96.9	16.06	Boeing 737-900ER
102	97.4	16.10	Boeing 737-900ER
103	95.3	16.14	Airbus A320-200
104	96.8	16.17	Boeing 737-800NG
105	93.7	16.23	Boeing 737-800NG
106	98.2	16.27	Boeing 737-800NG
107	93.2	16.31	Airbus A320-200
108	88.1	16.35	ATR 72

109	87.5	16.44	Tidak Diketahui
110	95.6	16.52	Boeing 737-800NG
111	96.6	16.54	Boeing 737-800NG
112	93.4	16.59	Airbus A320-200
113	95.5	17.02	Boeing 737-800NG
114	97.8	17.05	Boeing 737-900ER
115	94.3	17.07	Airbus A320-200
116	94.4	17.13	Boeing 737-800NG
117	95.6	17.18	Boeing 737-800NG
118	97.7	17.22	Boeing 737.400
119	93.2	17.27	Airbus A320-200
120	94.3	17.46	Airbus A320-200
121	95.5	17.53	Boeing 737-800NG
122	92.3	18.00	CJR1000
123	95.7	18.09	Boeing 737-800NG
124	96.7	18.13	Boeing 737-900ER
125	97.7	18.20	Boeing 737-800NG
126	96.1	18.25	Boeing 737-900ER
127	92.8	18.32	CJR1000
128	93.3	18.38	Airbus A320-200
129	97	18.57	Boeing 737-500
130	95.5	19.04	Boeing 737-900ER
131	93.2	19.08	Airbus A320-200
132	95.1	19.12	Boeing 737-800NG
133	97.2	19.21	Boeing 737-500
134	93.6	19.29	Boeing 737-900ER
135	94.1	19.35	Boeing 737-900ER
136	96.6	19.40	Boeing 737-500
137	95.7	19.48	Boeing 737-900ER

138	97.6	19. 52	Boeing 737-500
139	94	19. 56	Airbus A320-200
140	94.1	19. 59	Airbus A320-200
141	95.1	20. 03	Boeing 737-900ER
142	92.2	20. 10	Airbus A320-200
143	96.2	20. 14	Boeing 737-800NG
144	93.1	20. 18	Boeing 737-800NG
145	92.1	20. 22	Boeing 737-800NG
146	97	20. 26	Boeing 737-900ER
147	91.7	20. 29	ATR 72
148	97.6	20. 33	Boeing 737-800NG
149	92.8	20. 41	Airbus A320-200
150	91.1	20. 44	Boeing 737-900ER
151	100	20. 49	Boeing 737-500
152	96.1	20. 52	Airbus A320-200
153	96.2	20. 58	Boeing 737-800NG
154	91.6	21. 02	Airbus A320-200
155	97.7	21.08	Boeing 737-500
156	94.5	21.15	Boeing 737-900ER
157	95.6	21.22	Boeing 737-800NG
158	95.5	21.36	Boeing 737-900ER
159	97.4	21.39	Boeing 737-400
160	95.3	21.46	Boeing 737-800NG
161	93.1	21.49	Airbus A320-200
162	93.3	21.55	Airbus A320-200
163	95.6	22. 00	Boeing 737-900ER
164	96.7	22.02	Boeing 737-900ER
165	96.6	22.17	Boeing 737-800NG
166	94.4	22.45	Airbus A320-200

